

Tartu Ülikool
Loodus- ja tehnoloogiateaduskond
Füüsika Instituut

Eneli Vahar

**Õpilaste koostatud ülesannete mõju põhikooli füüsika
ainekavas sätestatud õpitulemuste saavutamisele
elektrivoolu teema näitel**

Magistritöö

Juhendaja: Svetlana Ganina, PhD

TARTU
2015

Sisukord

Sissejuhatus	3
1. Kirjanduse ülevaade	5
1.1. Loodusteaduslik kirjaoskus	5
1.2. Põhikooli füüsikaõpe riiklikus õppekavas	7
1.3. Õpitegevus füüsikas	7
1.4. Probleemi mõiste ja probleemi tüübid	9
1.5. Ülesanded füüsikas	11
1.6. Motivatsioon	14
2. Metoodika	16
2.1. Uuringu disain	16
2.2. Valim	17
2.3. Instrumendid	17
2.4. Valiidsus ja reliaablus	18
2.5. Andmeanalüüs	19
3. Tulemused ja analüüs	20
3.1. Andmetevahelised seosed	20
3.2. Andmehulkadevahelised erinevused	24
3.3. Õpilaste arvamused	27
3.4. Õpilaste koostatud ülesanded	28
4. Arutelu	31
Kokkuvõte	36
Tänuavaldused	38
Kasutatud kirjandus	39
Summary	43
LISAD	45
Lisa 1. Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks	
Lisa 2. Eeltest. Füüsika 9.klass	
Lisa 3. Õpitulemused teemal elektrivool ja vooluring riiklikus õppekavas	
Lisa 4. Eeltesti kirjeldavad statistikud.	
Lisa 5. Järeltesti kirjeldavad statistikud	
Lisa 6. Kirjeldavad statistikud ülesandetüüpide kaupa	
Lisa 7. Tugev positiivne korrelatsioon tunnuste vahel	
Lisa 8. Keskmise tugevusega positiivne korrelatsioon tunnuste vahel	
Lisa 9. Kirjeldavad statistikud ülesannete punktide järgi	

Sissejuhatus

Põhikooli riiklikus õppekavas on seatud loodusainete õpetamise eesmärgiks kujundada õpilastes eakohane loodusteaduslik pädevus, sealhulgas ka märgata ja määratleda elukeskkonnas esinevaid probleeme ning neid loovalt lahendada. Sellest lähtuvalt kujundatakse loodusvaldkonna õppeainetega loodusteaduste- ja tehnoloogiaalast kirjaoskust, mis moodustab loodusteadusliku pädevuse. Lisaks õpitakse mõistma loodusteaduslikke küsimusi, teaduse ja tehnoloogia tähtsust ning mõju ühiskonnale, kasutama uut tehnoloogiat ja tehnoloogilisi abivahendeid õppeülesandeid lahendades ning tegema igapäevaelus tõenduspõhiseid otsuseid. Kõigis loodusainetes koostatakse ja analüüsitakse arvjooniseid, võrreldakse ning seostatakse eri objekte ja protsesse.

Õppekavas on välja toodud ka see, et lähtutakse õpilaste individuaalsetest iseärasustest ja võimete mitmekülgsest arendamisest, suurt tähelepanu pööratakse õpilaste õpimotivatsiooni kujundamisele. Selle saavutamiseks kasutatakse erinevaid aktiivõppevorme.

Õpilased peavad füüsikat raskeks ja abstraktseks õppeaineiks ning selle aine üheks kõige ebameeldivamaks osaks ülesannete lahendamist. Õpetajad, vastupidi, on reeglina veendunud, et ülesannete lahendamine õpetab kõige paremini oma teadmisi rakendama: kes ülesandeid lahendada ei oska, ei oska ka füüsikat. (Voolaid & Ganina 2005)

Ülesannete lahendamiseks füüsikas on mitmeid võimalusi, kas kasutada traditsioonilisi meetodeid või õpilaskeskseid meetodeid.

Teadus õppemeetoditest ajakohastub pidevalt, arvestades innovaatilist pedagoogilist kogemust, nagu kõik arengus olevad valdkonnad. Vaatamata erinevatele käsitlustele, on õppemeetodite teema olnud õpetajatele alati huvipakkuv. (Salumaa & Talvik 2004)

Lähtuvalt eelpoolöeldust ja isiklikust tööalasest huvist uuritakse käesolevas magistritöös ülesannete koostamist kui õpilaskeskset õppemeetodit ja selle mõju õpilaste õpitulemustele (lisa 3) elektrivoolu teema näitel. Samuti saab aimu õpilaste suhtumisest antud meetodisse vabas vormis kirjutatud arvamuste põhjal ning kuidas mõjutas see nende õpimotivatsiooni.

Käesoleva magistritöö eesmärgiks on:

Uurida õpilaste poolt koostatud füüsika ülesannete mõju õpitulemustele ja õpimotivatsioonile füüsikas.

Püstitatud eesmärgi saavutamiseks sõnastati järgmisi uurimisküsimusi:

1. Kas esineb kontroll- ja eksperimentaalarühma vahel erinevusi õpitulemuste saavutatuses?
2. Millisel määral ülesannete koostamine kui aktiivõppemeetod motiveerib õpilasi füüsikat õppima?
3. Milline on ülesannete koostamise mõju füüsika ainekavas nimetatud õpitulemuste saavutamisele?

Eesmärgi saavutamiseks ja uurimisküsimustele vastamiseks otsustati korraldada pedagoogiline eksperiment.

Käesolevas töös tuuakse välja teemakohase kirjanduse ülevaade, kirjeldatakse metoodikat, esitatakse saadud tulemusi ning arutletakse saadud tulemuste ja analüüsi üle.

1. Kirjanduse ülevaade

1.1. Loodusteaduslik kirjaoskus

Tänapäeval rõhutatakse üha enam loodusteadusliku- ja tehnoloogiaalase kirjaoskuse vajalikkust. Elame tehnoloogiliselt arenenud maailmas ja selleks, et omada kompetentsust ühiskonna arengule kaasarääkimiseks või ka isiklikus elus otsuste tegemiseks, peaksime oskama sünteesida ja seostada oma teadmisi, mida oleme omandanud koolis või siis ka väljaspool kooli. Gümnaasiumi õppekavas tuuakse välja nii loodusteaduslik pädevus kui ka kompetentsused, mis iseloomustavad kõrgema taseme loodusteaduslikku kirjaoskust. Kehtivas gümnaasiumi riiklikus õppekavas (GRÕK, 2011) väljendub loodusteaduslik pädevus loodusteadusliku ja tehnoloogiaalase kirjaoskusena, mis on defineeritud kui *oskus vaadelda mõista ja selgitada loodus- tehis- ja sotsiaalses keskkonnas toimuvaid nähtusi, analüüsida keskkonda kui terviksüsteemi, märgata selles esinevaid probleeme, teha põhjendatud otsuseid neid lahendades, järgides loodusteaduslikku meetodit ning kasutades teadmisi bioloogilistest, füüsikalise-keemilistest ja tehnoloogilistest süsteemidest, väärtustada loodusteadusi kui kultuuri osa, jätkusuutlikku ja vastutustundlikku eluviisi ning loodusressursside säästvat kasutamist.*

Kuigi õppekavas sätestatud loodusteadusliku kirjaoskuse komponente üldiselt tähtsustatakse, on uuringud kinnitanud selle vähest realiseeritust koolis. Nii tööandjad kui ka teadlased näevad koolilõpetajate kompetentsustes vajakajäämisi ning suhtuvad eriti kriitiliselt õpilaste akadeemiliste oskuste, loovuse ja tööelus vajaminevate isikuomaduste arendamisse. (Post & Rannikmäe, 2011)

Mõistet “loodusteaduslik kirjaoskus” tutvustas esmakordselt Paul DeHart Hurd 1958. aastal.

Loodusteaduslikus kirjaoskuses eristatakse kahte tahku:

1. Loodusteaduslik kirjaoskus kui mõiste, mis määrab loodusteaduste õpetamise eesmärkides teadusliku sisu;
2. Loodusteaduslik kirjaoskus kui mõiste, mis käsitleb õpetatavaid teadmisi ja oskusi kui vajalikke edaspidises töös ning määratleb, mis tähendab teada ja õppida. (Eijck, 2012)

Rannikmäe (2010) on põhikooli valdkonnaraamatus „Loodusained“ välja toonud erinevatele käsitlustele tuginedes neli erinevat aspekti, millega loodusteadusliku kirjaoskuse mõiste sisu avada:

- A. Loodusteaduste- ja tehnoloogiaalane kirjaoskus kui protsessi tulem, mis tugineb lähtepunktide erinevale üldistuse või teoreetilise läbitöötatuse astmele.
- B. Loodusteaduste- ja tehnoloogiaalane kirjaoskus kui loodusteadusliku hariduse põhieesmärk, mille kvaliteeti iseloomustatakse loodusteaduslikult kirjaoskaja inimese oskuste ja kompetentsuste kaudu.
- C. Loodusteaduste- ja tehnoloogiaalane kirjaoskus kui filosoofiline kontseptsioon, mis on loodusteaduslikus hariduses tehtavate ühiskonna vajadusi arvestavate paradigmaatiliste muudatuste aluseks. Sellesse konteksti kuulub ka õppekavaarendus.
- D. Loodusteaduste- ja tehnoloogiaalane kirjaoskus kui õpetamisviis, mis lähtub tervikkontseptsioonist ning on suunatud õpetajakoolituse ja täienduskoolituse kaudu loodusteadusliku kirjaoskuse kujundamisel professionaalse taseme saavutamisele.

Tänapäevaselt inimeselt eeldatakse oskust rakendada oma teadmisi, samas ei ole ühtset arusaama sellest, missuguseid teadmisi inimene oma elus vajaks rohkem või vähem.

Ait ja Rannikmäe (2014) toovad oma artiklis „21. sajandi oskused – kellele ja miks neid vaja on?“ välja üldised teadmised, mille arendamisel tuleks lähtuda sellest, et loodusteadustes kujundatavad teadmised peavad aitama selgitada „asju“, sündmusi ja nähtusi, mis on seotud meid ümbritseva maailmaga ning olema väärtuslikuks teabeks kõigi jaoks, mitte ainult neile, kes tahavad oma karjääri siduda loodusteadustega.

Samuti peaksid loodusteadustes kujundatavad teadmised olema abiks otsuste tegemisel nii isikliku, ühiskonna kui ka looduskeskkonna heaoluga arvestades. Loodusteaduslikud teadmised peaksid pakkuma rahulolu ja tekitama uudishimu osata leida vastuseid nii iseenda kui ka meid ümbritseva keskkonna kohta tekkivatele küsimustele. Ka peaksid loodusteaduslikud teadmised pakkuma ülevaadet loodusteaduste tähtsusest läbi ajaloo – loodusteaduste vallas tehtud saavutustest ning inimtegevuse mõjust keskkonnale läbi ajaloo ning peaksid aitama õpilasel aru saada ka teaduse olemusest, mille hulka kuuluvad nii teadmised uurimuslikust meetodist kui ka teadmised uurimusliku meetodi abil saadud tulemuste iseloomust ehk teaduslike teadmiste iseloomust.

1.2. Põhikooli füüsikaõpe riiklikus õppekavas

Põhikooli füüsikaõpetusega taotletakse muu hulgas, et põhikooli lõpuks õpilane on omandanud argielus toimimiseks ja elukestvaks õppimiseks vajalikke füüsikateadmisi ning protsessioskusi ja on omandanud ülevaate füüsika keelest ning oskab seda lihtsamatel juhtudel kasutada. Õpilasel oodatakse, et ta arendab loodusteadusteksti lugemise ja mõistmise oskust, õpib teatmeteostest ning internetist leidma füüsikateavet ja arendab loovust ja süsteemset mõtlemist. Läbi arvutus-, graafiliste ning probleemülesannete lahendamise ning saadud tulemuste reaalsusele vastavuse hindamise püütakse arendada õpilastes kriitilist mõtlemist.

Füüsika õpetamisega III kooliastmes taotletakse muuhulgas, et põhikooli lõpuks õpilane tunneb ära füüsikateemasid, -probleeme ja küsimusi erinevates olukordades ning pakub neile võimalikke selgitusi. Ta on võimeline lahendama situatsioon-, arvutus- ja graafilisi ülesandeid, mille lahenduse üksikosa sisaldab kuni kaks valemiga esitatud seost, ning hindab saadud tulemuse tõepärasust samuti on ta võimeline lahendama rakendusliku sisuga osaülesanneteks taandatavaid kompleksülesandeid. Õpilasel eeldatakse ka mõõtühikute teisendamisoskust, kasutades eesliiteid mega-, kilo-, detsi-, senti-, milli-, mikro- ja nano. Õpilane peaks oskama visandada füüsikaliste objektide, nähtuste ja rakenduste jooniseid ning graafikuid. (PRÕK, 2011)

1.3. Õpitegevus füüsikas

Õppimisel ja õpetamisel on oluline õppimisprotsess: uurimine ja probleemide lahendamine, mõtlemine, arutlemisoskus, õpioskus ja individuaalse õppimisstiili kujundamine. Õpitegevus on üks peamisi vahendeid õpilase arengu mõjutamiseks ja suunamiseks. Tänu õpitegevusele, mis võib olla nii teadlik kui ka teadvustamata tegevus, toimuvad muutused õpilase teadmistes ja arusaamades. Õpitegevus väljendub õppeülesannete lahendamisenä. Et õppeülesannet lahendada, on vaja kirjeldatud situatsiooni ümber kodeerida ja modelleerida, saavutatud tulemust kontrollida ja hinnata, kuivõrd on omandatud antud tüüpi õppeülesande lahendamiseks kasutatav meetod. Eelnevat arvesse võttes on Karu (1996) toonud välja koolifüüsika põhilised funktsioonid:

- a) anda ülevaade füüsika alustest,
- b) omandada toimingud, mis võimaldavad teadmisi rakendada,
- c) kujundada füüsikalist maailmapilti ja selle alusel teatud suhtumist tegelikkusesse.

Need funktsioonid määravad koolifüüsika peamised komponendid, milleks on:

- a) füüsikaalased teadmised, mille struktuur on isomorfne füüsikateaduse struktuuriga,
- b) oskuste ja vilumuste kujundamiseks vajalik materjal (harjutused, laboratoorsed tööd ja ülesanded),
- c) füüsika kui kultuurifenomeni väärtustamist tagav materjal.

Füüsika õpitegevuse tähtsaimaks komponendiks on tunnetustegevus, mille käigus lahendatakse peamine ülesanne – omandatakse teadmised füüsika alustest. Tunnetustegevusele sekundeerib kujundav tegevus, mis võimaldab omandada koolifüüsika teoreetiliste ja praktiliste ülesannete lahendamise kogemuse.

Jõgi (2010) toob füüsikaõppes välja, et õpitav materjal esitatakse võimalikult probleemipõhiselt ning õpilase igapäevaeluga seostatult. Õppes lähtutakse õpilaste individuaalsetest iseärasustest ja võimete mitmekülgsusest arendamisest, suurt tähelepanu pööratakse õpilaste õpimotivatsiooni kujundamisele. Selle saavutamiseks kasutatakse erinevaid aktiivõppevorme: probleem- ja uurimuslikku õpet, projektõpet, arutelu, ajurünnakuid, rollimänge, õuesõpet, õppekäike jne.

Füüsika teemade õppimine on suunatud loomulikult kõikide üldpädevuste arendamisele, siiski tuleb nentida, et mõnede pädevuste kujundamisel on füüsika õppimise osatähtsus suurem, osade pädevuste kujundamisel väiksem.

Käesolev magistritöö kajastab ülesannete koostamist kui õppemeetodit, seega toetab muu hulgas ka õpipädevuse arengut. Kui üldine õpipädevus on varasemate õppeaastate jooksul kujundatud, siis kolmandas kooliastmes viiakse rõhuasetus enesejuhitud õppimise oskuste kujundamisele probleemide lahendamisel ja uurimusliku õppe rakendamisel nii reaalses kui ka arvutipõhistes õpikeskkondades. Õpilastel arendatakse oskusi uute teadmiste omandamiseks ja hüpoteeside kontrollimiseks, probleemide lahendamiseks vajalike tegevuste planeerimiseks, läbiviimiseks ja kokkuvõtete tegemiseks. Erinevate ülesannete lahendamisel õpitakse ka õppimiseks vajalikku taustinfot leidma ning kriitiliselt hindama. Põhikooli lõpetamisel peaks õpilased olema suutelised iseseisvalt õppima ning oma teadmisi ja oskusi hindama, et seeläbi edasisi õpinguid planeerida.

1.4. Probleemi mõiste ja probleemi tüübid

Ülesannete lahendamist füüsikas võib käsitleda üldiselt kui probleemide lahendamist.

Probleemilahendamise oskuse arendamine ning seeläbi ka probleemide lahendamine on õpiprotsessi üks olulisemaid eesmärke (Anderson, Sensibough, Osgood, Mitchell, 2011).

Pedaste (2010) toob välja, et loodusainete esitus ning sellega seotud õpilasekeskne õpiprotsess peab tuginema sotsiaalsele konstruktivismile, kus keskkonnast lähtuvate probleemide lahendamisega omandatakse tervikülevaade loodusteaduslikest faktidest ja teooriatest. Seega on õpetajatel vaja mõista probleemülesannete mitmekesisust ning erinevat tüüpi probleemide lahendamiseks rakendatavaid strateegiaid.

Anderson (1980) peab probleemide lahendamiseks igasugust järjestikuste kognitiivsete toimingute eesmärgipärast sooritust.

Probleemide iseloomustamiseks ja eristamiseks kasutatakse tavaliselt nelja omadust: probleemitüüpi, valdkonda, lahenduskäiku ning lahendit (Jonassen, 1997).

Nitko (2001) esitatud definitsiooni kohaselt esineb õpilasel probleem, kui ta tahab jõuda mingi kindla tulemuse või eesmärgini, kuid ta ei leia või ei oska kohe välja pakkuda lahendust, mis seda võimaldaks.

Pedaste (2010) on erinevad probleemitüüpide käsitlused kokku võtnud ning toob esiteks välja lihtsad ja kompleksed probleemid. Lihtsad probleemid on sellised, millel on vaid üks lahenduskäik ja vastus. Komplekssetel probleemidel on nii võrdväärseid lahenduskäike kui ka vastuseid mitu. Komplekssete probleemide lahendamiseks peaks oskama neid osadeks jagada ja lahendada neid seejärel kui lihtsaid probleeme. Probleeme jagatakse ka hästi- ning vähe struktureerituteks. Jaotus on sarnane eelnevaga – vähe struktureeritud probleeme võib lahendada mitmel erineval moel samas kui hästi struktureeritud probleemidel on enamasti üks kindel lahenduskäik. Hästi struktureeritud probleemi puhul on olemas ka vajalik info selle lahendamiseks. Vähe struktureeritud probleemi puhul tuleb probleemi lahendajal esmalt mõelda sellele, millist infot on vaja, et hakata probleemi lahendada.

Jonassen (2000) on probleemide keerukuse ja struktuuri alusel jaganud need üheteistkümneks tüübiks. Jonassen väidab, et eri tüüpi probleemide lahendamisel varieeruvad lahendamiseks vajalikud kognitiivsed ning afektiivsed eeldused, tänu sellele peaksid erineva ka eeskirjad, mida eri tüüpi probleemide lahendamise oskuste arendamiseks on vaja.

Jonassen toob välja järgmisi probleemitüüpe (ülesannete tüüpe):

1) loogikaprobleemid;

- 2) algoritmilised probleemid;
- 3) tekstülesandelised probleemid;
- 4) reeglirakendamise probleemid;
- 5) otsusetegemise probleemid;
- 6) veaparandamise probleemid;
- 7) diagnoos-lahendus-probleemid;
- 8) strateegilise tegutsemise probleemid;
- 9) juhtumianalüüsi probleemid;
- 10) disainiprobleemid;
- 11) dilemmad.

Ümbritseva maailma mõistmiseks peab inimene ümbritsevaid visuaalseid ja auditiiivseid ärritajaid tajuma, märkama ja mõistma. Mõistnud, mis ärritajatega on tegu, on vaja neid meeles pidada, otsustamaks, kuidas neile reageerida. Inimesed puutuvad kokku mitmesuguste probleemidega, igapäevaselt argiprobleemidega. Seetõttu ongi oskus rakendada probleemi lahendamisel mõtlemist, edasise edu võtmeks (Fisher, 1990).

Walraven, Brand-Greuvel ja Boshuizen (2008) uurisid missuguste probleemidega puutuvad õpilased kokku püüdes lahendada probleeme otsides infot internetist. Samuti uuriti missugust juhendust oleks õpilastel vaja, et probleeme lahendada. Tulemused näitasid, et lastel, teismelistel ja ka täiskasvanutel võib olla raskusi otsinguterminite defineerimisega või spetsiifikaga. Seetõttu ei suudeta otsustada otsingu probleemi lahendamiseks vajalike tulemuste üle ja ka infoallikate üle. Raskused tulenevad ka sellest, et ei suudeta reguleerida informatsiooni otsimise protsessi.

Tihtipeale alustatakse probleemi lahendamist enne taustaandmetega tutvumist (Fidel, Davies, Douglas, Holder, Hopkins ja Kushner, 1999). Tänapäeval kasutatakse tihti esimese infoallikana interneti. Võib juhtuda, et õpilased, otsides oma probleemidele lahendust, ei erista olulist ja ebaolulist infot ning sellest tulenevalt ei suuda probleemi lahendamiseks vajalikku infot internetist valida ja eristada (Lorenzen, 2002).

Probleemi lahendamisel tehtav pingutus on kognitiivne protsess ehk mõtlemine on probleemide lahendamisel oluline. Harjutades probleemide lahendamist, stimuleeritakse ja arendatakse mõtlemis- ja arutlemisoskust. Koolis puutuvad lapsed enamasti kokku

probleemidega, mis on suletud probleemid, see tähendab, et tuleb leida üks ja õige vastus. Need on tehislikud ja selgelt määratletud, pole seotud laste isiklike kogemustega ega nende jaoks eluliselt oluliste küsimustega. Kooliülesandeid võib kasutada teadmiste kontrollimiseks, mälu proovilepanekuks või mingi kindla protsessi mõistmiseks, ent nad ei arenda uurivat loomust (Fisher, 1990).

Gümnaasiumi riiklikus õppekavas (2011) on öeldud, et õppe- ja kasvatustegevuses tuleb õpilastel lasta seada oma sihid, õppida töötama nii iseseisvalt kui ka kollektiivselt ning anda õpilastele võimalus leida erinevaid töömeetodeid katsetades neile sobivaim õpistiil.

Põhikooli riiklikus õppekavas (2011) on pädevuse kohta kirjas, et see on teadmiste, oskuste ja hoiakute kogum, mis tagab suutlikkuse teatud tegevusalal või -valdkonnas loovalt, ettevõtlikult ja paindlikult toimida. Samuti ütleb põhikooli õppekava, et õpilane peab sooritama kolmandas kooliastmes loovtöö, milleks on uurimus, projekt, kunstitöö või muu taoline.

See kõik viitab sellele, et õpilane peaks oskama mitte ainult lahendada probleeme, vaid neid ka määratleda ja sõnastada.

1.5. Ülesanded füüsikas

Karu (1996) defineerib ülesannet kõige üldisemalt kui situatsiooni, mis nõuab subjektilt mingit toimingut. Ta toob välja, et füüsikaõppes on tegu õppeülesannetega, millega seonduvad õpitoimingud. Seega on ülesanne füüsika kursuses vahend, selle lahendamine aga võtte, mis võimaldab realiseerida õppe-eesmärke. Ülesande sõnastamise protsessi kirjeldab ta järgnevalt:

„Ülesanne algab situatsioonist, mille moodustavad omavahel seotud objektid, millega õpilane kokku puutub. Objektide vaatlemisel võib ilmned, et kõik vajalik pole olemas – selgub eesmärk kõrvaldada ilmnenu lüngad. Seega on ülesanne püstitatud ja nõuded teadvustatud. Järgnevalt on vaja ülesanne sõnastada, milleks tuleb situatsiooni modelleerida. Modelleerimisel jäetakse arvestamata vähemolulised objektid, vaadeldavate objektide mõned omadused ja seosed. Mudeli loomisel lähtutakse ülesande nõuetest, idealiseeritud objektidele esitatud tingimustest ja teooriast, mille alusel hakatakse ülesannet lahendama. Lõpuks otsitakse lähteandmeid nii, et võiks jõuda püstitatud eesmärgile. Seega on ülesanne sõnastatud.“

Füüsikaülesande omapäraks peab Karu (1996) objektide omaduste idealiseerimist ja

nendevaheliste seoste iseloomustamist füüsikaliste suuruste abil. Nii nagu teisteski ainetes lahendatakse õppeülesandeid selleks, et kujundada õpilases õpitoimingute sooritamise oskust. Õpitoimingud, mida sooritatakse õppeülesande lahendamisel võivad olla erinevad. Loovuse arendamiseks tuleb õpilane asetada olukorda, kus ta peab ise välja töötama sobiva tegevusjuhendi. Uues olukorras tegutsemisel tuleb õpilasel endal avastada need võtted, mis võimaldavad antud ülesannet lahendada. Sellist toimingut nimetatakse heuristiliseks otsinguks ning oluline osa õpilases teadvuse kõrval on ka alateadvusel.

Füüsikaülesanne ei ole ainult arvutusülesanne. On ülesandeid, milles tuleb füüsikalisi nähtusi ja objekte kirjeldada, selgitada ja ennustada nendevahelisi seoseid või seaduspärasusi. Selliseid ülesandeid nimetatakse küsimusülesanneteks, mille lahendamine on ülesehituselt sarnane teadusliku seletusega. Seletuse käigus püütakse üksikjuhtumit seostada üldisema seaduspärasusega. Seega on seletus alati üksiku viimine üldise alla ning võimaldab arendada teoreetilist mõtlemist.

Ganina (2011) toob välja järgmised füüsikaülesannete tüübid:

- a) arvutusülesanded;
- b) valikvastustega ülesanded;
- c) avatud vastustega ülesanded;
- d) hinnangulised ülesanded;
- e) graafilised ülesanded;
- f) füüsikale orienteeritud ülesanded;
- g) „tagurpidi ülesanded“;
- h) veaotsinguprobleemid;
- i) essee-tüüpi ülesanded;
- j) temaatilised ülesanded, situatiivsed ülesanded, probleemülesanded;
- k) tolerantset ülesanded;
- l) katseülesanded;
- m) alternatiivsed (laiendatud) kodused ülesanded.

Autor toob välja veel ühe ülesannete tüübi lisaks eelnevatele, mida ta nimetab hajasandmetega ülesandeks. Selles ülesandes on arvandmed esitatud eraldi ülesande probleemist ja küsimusest või on antud probleemi lahendamiseks rohkem või ka vähem arvandmeid.

Arvutusülesande lahendamine füüsikas koosneb kahest osast: füüsikalisest ja matemaatilisest.

Füüsikalises osas tuleb enne lahendamist saada ülevaade olukorrast: mis toimub ja kuidas. Tehakse lihtsustusi, valitakse mudeleid, leitakse sobivad valemid, koostatakse vajalikud võrrandid. Võimaluse ja kogemuste olemasolu korral tuleks pärast lahendamist hinnata vastuse reaalsust. Matemaatilises osas teisendatakse valemeid, lahendatakse võrrandeid, teisendatakse ühikuid, arvutatakse otsitav suurus. See on ülesande lahendamise formaalne osa. (Voolaid, Ganina 2005)

Uuritud on probleemide lahendamise oskust ja leitud, et see oleneb probleemi seotusest kooli õppeainega ning interdistsiplinaarsuse määra. Paremini lahendatakse probleeme, mis eeldavad valdavalt ühes loodusteaduslikus õppeaines omandatud teadmiste rakendamist (Laius, Valdmann ja Rannikmäe, 2014; Soobard, Rannikmäe, ja Reiska, 2014).

Tänapäevases loodusainete õppes on oluline koht ka ainetevahelisel lõimimisel. Füüsikaõpetuses lähtutakse loodusainete (füüsika, keemia, bioloogia, geograafia) lõimimisel kahest suunast. Vertikaalselt lõimuvad need õppeained ühiste teemade kaudu, nagu areng (evolutsioon), vastastikmõju, liikumine (muutumine ja muundumine), süsteem ja struktuur; energia, tehnoloogia, keskkond (ühiskond). Vertikaalset lõimimist toetab valdkonna spetsiifikat arvestades õppeainete horisontaalne lõimumine. (Jõgi, 2010)

Õpetajad, nii ka füüsikaõpetajad, seisavad küsimuse ees, kuidas muuta õppeprotsessi nii, et oleks võimalik arvestada õppijate õpistiilide kui ka kõikvõimalike muude ressursidega, selleks, et õppeprotsess oleks maksimaalselt efektiivne. Ganina (2011) on uurinud hajusandmetega ülesannete lahendamise mõju füüsikaõppe efektiivsusele. Õppe-efektiivsuse määramisel võrdsustatakse sageli tulemuslikkus ja efektiivsus, kui tulemus on saavutatud, öeldakse, et õpetamine või õppimine oli tulemuslik ehk efektiivne. Eelpool nimetatud uuringus käsitleti õppe-efektiivsust ka ajalises kontekstis – uuriti õppetulemuste püsivust ajas. Tõestati, et hajusandmetega ülesanded suurendavad füüsikaõppe efektiivsust: õppe-efektiivsus suureneb kõigi (mehaanika, termodünaamika ja elektromagnetism) uuritud teemade puhul uue lahendamismetoodika rakendamisel keskmiselt 20% võrra.

Ülaltoodu põhjal võib väita, et ülesanded, kus õppijad peavad rohkem süvenema füüsika sisusse ja tegelema teadlikult (mitte formaalselt) ülesande lahendamisega, tõstab füüsika õppe-efektiivsust.

Füüsikaülesannete koostamist kui õppemeetodit magistritöö koostaja andmetel Eestis varem uuritud ei ole.

1.6. Motivatsioon

Õpilaste arvates on füüsika koolis keeruline aine, kus tutvustatakse valemeid, lahendatakse ülesandeid ja õpikutes käsitletav on kaugel igapäevaelust (Redish, Saul, Steinberg, 1998). Ka teised uurijad, näiteks Chu jt (2008) on oma uuringute käigus märkinud, et füüsika õppimise alguses pööratakse rohkem tähelepanu valemitele, füüsikaliste suuruste tähistele ja arvutusülesannete lahendamisele. Eesmärk on tutvustada põhilisi mõisteid ja seaduspärasusi.

On arusaadav, et kui ainet liigselt teoreetiliseks muudetakse, muutub see õpilastele arusaamatuks, ebameeldivaks ja raskeks.

Õpimotivatsiooni vajalikkuses pole tarvis veenda ilmselt ühtegi õpetajat. Motiveerimine eeldab õppe- ja kasvatustöös laiahaardelist lähenemist nii õpilasele kui tervele klassile. Toimiva liikumapaneva stiimuli asukoha järgi jaotatakse motivatsiooni väliseks ja sisemiseks motivatsiooniks (Krull, 2000). Fischer (2004) jaotab samuti õpimotivatsiooni kaheks: sisemine motivatsioon - õpitakse selleks, et ise areneda ja targemaks saada ning välimine motivatsioon - õpitakse mõne väljast poolt tuleva stiimuli pärast. Brophy (1997) väidab, et õpimotivatsioon erineb nii sisemisest kui ka välimisest motivatsioonist, kuid võib sisaldada mõlemat. Õpilased peavad õpitegevusi tajuma vajalikena, olenemata sellest, kas need on meeldivad tegevused või mitte. Õpimotivatsioon näitab, kui palju tähelepanu ja vaeva on õpilased nõus mingile tegevusele pühendama.

Õpimotivatsiooni peetakse tänapäeval mitte ainult õppimise eeltingimuseks, vaid ka oluliseks õpitulemuseks. Õpilane võib olla motiveeritud konkreetse õppeaine kui terviku õppimise suhtes, samas võib motivatsioon väljenduda mõne õppetegevuse suhtes.

Juba 1980. aastal väitis Mikk, et enam ei ole koolis võimalik panna pearõhku teatud hulga faktide omandamisele, tähtis on hoopis õpetada teadmiste iseseisva omandamise oskust. Kui õppijad õppematerjali mõistavad, saab neis arendada loovat mõtlemist. Kui õpilane tekstist aru ei saa, õpib ta selle ära mehaaniliselt, aga mehaaniliselt omandatud teadmisi ei osata rakendada. Kui mõistmisraskusi esineb sageli, siis võib õpilane üldse loobuda katsetest mõista teksti. Ka see on seotud õpimotivatsiooniga.

Kuidas füüsikat motiveeritult õppida? Päris ühtseid ja lihtsaid seaduspärasusi, mis kehtiksid universaalselt, kahjuks ei ole: igas nähtuste maailmas kehtivad omad seaduspärasused ja neil on omad rakendatavuse piirid. Nii tundubki füüsika olevat väga keeruline ja kuna füüsika

seadused on kirja pandud matemaatiliste valemite ja võrranditena, on kõigele lisaks vaja osata ka matemaatikat. Seetõttu tundub, et füüsika õppimine on raske. Füüsika omandamiseks on paratamatult vaja ära õppida füüsika põhitõed. Edasi tuleb õppida lahendama algelisi ülesandeid, et aru saada, miks üks või teine nähtus on just selline, nagu ta on või miks kehad liiguvad just nii, aga mitte teisiti. (Loide, 2005)

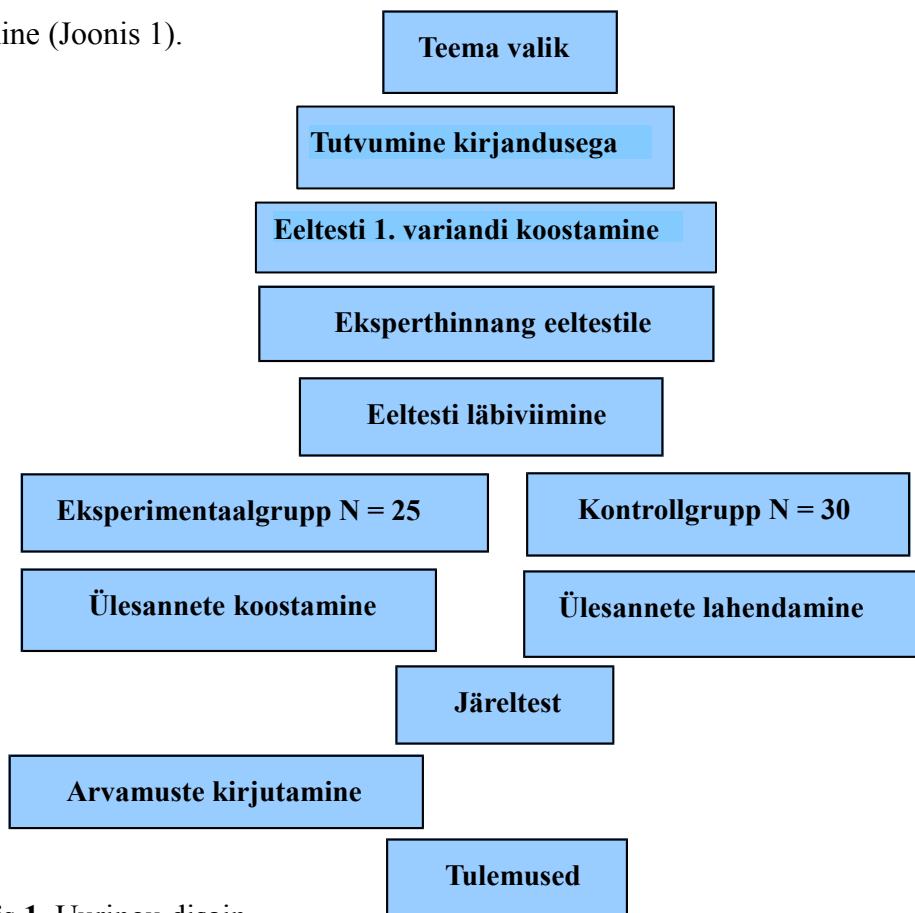
Võttes kokku probleemide ja motivatsiooni teema, leiavad Reiska, Rohtla ja Labudde (2005), et loodusainete õpetamiseks sobib hästi konstruktivistlik õpikäsitlus - õpilased konstrueerivad oma teadmised ise, nad on õpiprotsessis aktiivsed osalejad ning genereerivad uued teadmised olemasolevate teadmiste ja oma kogemuste baasil. Uute teadmiste genereerimisel ei ole olulised mitte ainult eelteadmised ja kogemused. Sama olulised on nii individuaalsed huvid, veendumused, tunded kui ka enese seostamine (identifitseerimine) õpitava sisuga. Õppimine saab toimuda ainult õppija jaoks relevantsetes kontekstis. See tähendab, et õpitav peab olema elulähedane, pigem kompleksne ja struktureerimata kui lihtsustatud ja struktureeritud. Koostöö mängib õpiprotsessis kesket rolli: uute teadmiste struktuuri loomine baseerub vastastikusel diskussioonil. Koostöö toimub nii õpetaja-õpilase kui ka õpilaste endi vahel. Uute teadmiste genereerimise juurde kuulub ka õpiprotsessi ja õpitulemuste refleksioon ning kontroll. Probleemid on elulised ja kindlalt määratlemata, nad on õpilase jaoks olulised, õpilane saab ise valida tee nende lahendamiseks – kõik see toetab õpimotivatsiooni kujunemist.

2. Metoodika

Käesoleva uurimistöö eesmärgiks on uurida õpilaste poolt koostatud elektrivooluteemaliste ülesannete mõju õpitulemustele ning saada õpilastepoolseid hinnanguid ülesannete koostamise kui õppemeetodi kohta.

2.1. Uuringu disain

Uurimisküsimustele vastuste leidmiseks viidi läbi eel- ja järeltest (lisa 2). Testid koostati vastavalt kehtivale füüsika ainekavale. Testid arutati ainealaselt läbi kolleegide ja juhendajaga. Uuringus osales 68 õpilast, kellest lõppvalimisse kuuluvad 55. Ülesande koostajate rühma moodustasid 25 õpilast ja ülesannete lahendajate rühma moodustasid 30 õpilast. Ülesannete koostajate rühm kirjutas ka vabas vormis arvamuse ülesannete koostamise kui õppemeetodi kohta. Uuring viidi läbi kolmes osas: eeltesti täitmine, kaks õppetundi ülesannete koostamist ja lahendamist ning järeltesti täitmine koos vabas vormis aramusavaldusega ülesannete koostajatelt. Eeltestile eelnes elektrivoolu osa teoreetiline läbimine (Joonis 1).



Joonis 1. Uuringu disain

2.2. Valim

Uuringus osalesid Kuressaare Gümnaasiumi üheksandate klasside õpilased. Kokku oli õpilasi 69, kellest lõppvalimisse jäid 55 kuna osa õpilasi testide ja ülesannete koostamise tundide ajal erinevatel põhjustel puudusid. Uuringus kasutati mugavusvalimit (Cohen, Manion, Morrison, 2007). 9a klassi õpilased peale eeltesti lahendasid elektrivooluteemalisi ülesandeid. 9c klassi õpilased koostasid elektrivoolu teemalisi ülesandeid. 9b klassi õpilased jagati juhuvaliku alusel pooleks – pooled lahendasid ja pooled koostasid ülesandeid. Eksperimentaalgrupi moodustasid niisiis osa 9b klassi õpilasi ja 9c klassi õpilased. Kontrollgrupi moodustasid osa 9b klassi ja 9a klassi õpilased.

Uuringu lõppvalimise osalenud 55 õpilastest 25 õpilast koostas (eksperimentaalgrupp) ja 30 lahendas (kontrollgrupp) elektrivooluteemalisi ülesandeid.

Tabel 1. Valimi kirjeldus (N = 55)

Kontrollrühm (N ₁ = 30)		Eksperimentaalrühm (N ₂ = 25)	
Poisid	Tüdrukud	Poisid	Tüdrukud
16	14	12	13
9a klassi õpilased lahendasid elektrivooluteemalisi ülesandeid		9c klassi õpilased koostasid elektrivooluteemalisi ülesandeid	
9b klassi õpilased jagati juhuvaliku alusel kaheks – pooled lahendasid ja pooled koostasid elektrivooluteemalisi ülesandeid			

2.3. Instrumendid

Uurimisküsimustele vastuse saamiseks koostati test, mille aluseks on põhikooli ainekavas väljatoodud õpitulemused elektrivoolu teema kohta (lisa 2).

Pärast vastava aineosa teooria tutvustamist tundides ja ka näidisülesannete lahendamist, viidi läbi eeltest. Järgnesid kaks tundi iseseisvat tööd, mille käigus õpilased vastavalt oma gruppidesse jaotamisele lahendasid etteantud ülesandeid või koostasid ning lahendasid enda omi. Sellele järgnes järeltest, mis oli identne eeltestiga. Testide tulemuste erinevuse võrdlus annab võimaluse vastata uurimisküsimustele. Testide ajal said õpilased kasutada valemitelehte, millel olid teemasse puutuvad valemid. Valemid olid ilma sõnaliste selgitusteta.

Test koosnes erinevatest ülesannetest: põhjendusülesanded, valikvastustega ülesanded, arvutusülesanded, teisendused, mõõtühikute definitsioone käsitlevad ülesanded, ampermeetri skaala joonisega ülesanne (jaotise väärtuse ja näidu kohta). Kokku oli testis 19 ülesannet.

Ülesannete lahendamine nõudis õpilastelt nii faktiteadmisi kui loogilist mõtlemist ning elektrivoolu toimete seostamist igapäevaeluga. Nii eel- kui järeltesti sooritamiseks oli aega 45 minutit.

Pärast järeltesti sooritamist, said ülesandeid koostanud õpilased vabas vormis kirjutise näol väljendada oma arvamust antud õppemeetodi kohta – kuidas sobis neile ülesandeid koostada ja kuidas suhtuvad nad sellisesse õppemeetodisse.

2.4. Valiidsus ja reliaablus

Klasside sobivust võrdluseks hinnati õppeaasta kolmanda perioodi füüsikahinnete aritmeetilise keskmise põhjal. Tulemused oli järgmised: 9a – hinnete aritmeetiline keskmine 4,210 (SD = 0,85); 9b – hinnete aritmeetiline keskmine 4,05 (SD = 0,6) ja 9c – hinnete aritmeetiline keskmine 3,938 (SD = 0,77). Lahendajate grupi keskmine hinne kolmanda perioodi füüsikahinnete põhjal oli 4,13 (SD = 0,82) ja koostajate grupi keskmine hinne vastavalt 4,00 (SD = 0,65).

Uuringu valiidsuse tagamiseks toimiti järgnevalt:

- kõik uuringus osalenud õpilased olid läbinud teemasse puutuva teooria osa;
- kõik uuringus osalenud õpilased õpivad sama õppekava alusel;
- uuringus osalenud klasside keskmine füüsikahinne on sarnane;
- kõikides klassides õpetab füüsikat sama õpetaja, seega uuringu tulemused ei sõltu õpetaja stiilist;
- pedagoogiline eksperiment toimus õpilastele tavalises ja harjumuspärases keskkonnas;
- eel- ja järelteste koostati põhikooli füüsika ainekava alusel ja sellele andsid tagasiside uurimistöö juhendaja ja füüsikaõpetajatest kolleegid. Vastavalt nende parandusettepanekutele teste korrigeeriti;
- testi sisereliaabluse koefitsient, Cronbachi α on 0,76.

Käesoleva magistritöö tulemustega saab iseloomustada ainult antud valimisse kuulunud õpilasi – tulemusi ei saa üldistada laiemalt.

Reliaablus on kasutatud metoodika sobivus, usaldusväärsus ja korratavus teiste uurijate poolt. Käesolevat uuringut on võimalik korrata kuna uuringu etappe on antud töös kirjeldatud ja süsteemselt välja toodud.

2.5. Andmeanalüüs

Eel- ja järeltesti andmed koondati LibreOffice tabelisse ning kodeeriti. Õpilaste nimed asendati järjekorranumbriga. Sugu: tüdruk – 1, poiss – 2. Klass: 9a õpilased – 1; 9b õpilased – 2 ja 9c õpilased – 3. Ülesannete koostajad ehk eksperimentaalrühm – 1 ja lahendajate rühm ehk kontrollrühm – 0. Testi küsimuste vastused pandi kirja nende eest saadud punktide arvuga, kui vastus oli vale või puudus, märgiti see nulliga.

Andmete analüüsiks kasutati LibreOffice Windows 4.4.3. Tabelarvutust, MS Excel 2014 korrelatsioonianalüüsi ja IBM SPSS Statistics 23 programmi t- teste, Pearsoni ja Spearmani korrelatsioonianalüüsi, Mann-Whitney U-testi ja Wilcoxon Z-testi.

Andmeanalüüsi tulemused on esitatud töö kolmandas osas ning lisades.

3. Tulemused ja analüüs

3.1. Andmetevahelised seosed

Tabelisse koondatud ja kodeeritud andmed sorteeriti esimeseks analüüsiks koostamise ja lahendamise järgi. Leiti kirjeldavad statistikud Libre Office tabelarvutusega (lisa 4 ja 5) ja viidi läbi Pearsoni korrelatsioonianalüüs, et leida seoseid eel- ja järeltesti punktide osas. Analüüsi tulemusi kajastab järgnev tabel:

Tabel 2. Pearsoni korrelatsioonianalüüsi tulemused

Tunnustepaarid	Korrelatsioonikordaja r^*
Koostajate eel- ja järeltesti punktid	0,84
Lahendajate eel- ja järeltesti punktid	0,77

* $p \leq 0,05$

Vaadeldud tunnused on statistiliselt olulisel määral seotud, usaldusnivoo $p \leq 0,05$. Nii koostajate kui lahendajate eel- ja järeltesti punktid on tugevas positiivses korrelatsioonis, see tähendab, et need, kes eeltesti hästi sooritasid, tegid seda ka järeltesti puhul.

Pearsoni korrelatsioonianalüüsis SPSS paketiga saadi võrreldava tunnustepaari korrelatsioonikordajaks 0,837, statistiline olulisus $p \leq 0,001$. Tulemus ühtib eelkirjeldatuga.

Testi maksimaalne punktisumma oli 57 punkti. Eeltesti keskmine punktisumma oli 23,98 punkti (SD = 10,137) ja järeltesti keskmine punktisumma oli 31,79 punkti (SD=11,400).

Selleks, et uurida milliste ülesannete tüüpide vastamisele võiks mõjutada õpilaste poolt koostatud ülesannete kogemus, teostati analüüs, grupeerides ülesandeid tüüpide kaupa ning võrreldi koostajate ning lahendajate gruppe. Ülesannete tüübid: põhjendusülesanded, valikvastustega ülesanded, arvutusülesanded, teisendusülesanded, mõõtühikute definitsiooniülesanded ja joonise ülesanne.

Põhjendusülesannetes pidid õpilased selgitama või võrdlema mõnd elektriga seotud nähtust. Valikvastustega ülesannetes tuli leida õige variant, lõpetada lause sobival moel või leida õiged paarid. Ülesanded olid elektrivooluga seotud füüsikaliste suuruste, elektrivoolu toimete ja laengukandjate kohta. Arvutusülesannete hulgas oli nii elementaarülesandeid kui ka komplekssemaid ülesandeid, näiteks jada- ja rööpühenduse korral voolutugevuse, pinge ja kogutakistuse leidmine. Teisendusülesannetes olid nii tehted, kus oli öeldud, mis ühikutesse

teisendada kui ka ülesanne, mille lahendamiseks pidi õpilane teadma füüsikalise suuruse sisu ja tulema ise selle peale, et algandmed tuleb teisendada. Mõõtühikute definitsioonülesannetes tuli leida etteantud ühiku saamiseks õige tehe erinevate elektrivooluga seotud mõõtühikute vahel. Joonise ülesande puhul tuli etteantud joonise ja mõõtepiirkonna järgi leida skaala väikseima jaotise väärtus ning osuti näit.

Ülesannete koostamise ja lahendamise järgi ning ülesannete tüüpide vahelisi seoseid analüüsides leiti kirjeldavad statistikud MS Excel tabelarvutusega (lisa 6) ja analüüsiti andmetevahelisi seoseid Pearsoni korrelatsioonianalüüsiga.

Tabel 3. Pearsoni korrelatsioonianalüüsi tulemused ülesandetüüpide ning koostamise vahel

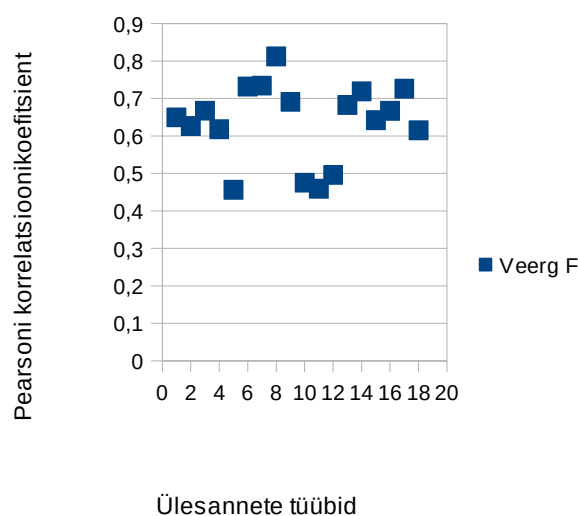
Koostamine/lahendamine	Ülesande tüüp	r*
Kokku	Põhjendusülesannete punktid kokku eel- ja järeltestis	0,65
Koostajad	Põhjendusülesannete punktid eel- ja järeltestis	0,63
Lahendajad	Põhjendusülesannete punktid eel- ja järeltestis	0,67
Kokku	Valikülesannete punktid kokku eel- ja järeltestis	0,62
Koostajad	Valikülesannete punktid eel- ja järeltestis	0,46
Lahendajad	Valikülesannete punktid eel- ja järeltestis	0,73
Kokku	Arvutusülesannete punktid kokku eel- ja järeltestis	0,73
Koostajad	Arvutusülesannete punktid eel- ja järeltestis	0,81
Lahendajad	Arvutusülesannete punktid eel- ja järeltestis	0,69
Kokku	Ühikute definitsiooni ülesannete punktid kokku eel- ja järeltestis	0,48
Koostajad	Ühikute definitsiooni ülesanded eel- ja järeltestis	0,46
Lahendajad	Ühikute definitsiooni ülesanded eel- ja järeltestis	0,5
Kokku	Teisendusülesannete punktid kokku eel- ja järeltestis	0,68
Koostajad	Teisendusülesanded eel- ja järeltestis	0,72
Lahendajad	Teisendusülesanded eel- ja järeltestis	0,64
Kokku	Joonise ülesanne eel- ja järeltestis	0,67
Koostajad	Joonise ülesanne eel- ja järeltestis	0,73
Lahendajad	Joonise ülesanne eel- ja järeltestis	0,62

*p≤0,05

Tugev positiivne seos ($r = 0,81$; $p \leq 0,05$) esineb koostajate rühma ja arvutusülesannete eel- ja järeltesti tulemuste vahel, arvutusülesannete punktide vahel eel- ja järeltestis ($r = 0,73$;

$p \leq 0,05$), lahendajate grupi ja valikvastustega ülesannete eel- ja järeltesti tulemuste vahel ($r = 0,73$; $p \leq 0,05$), koostajate grupi joonise ülesande eel- ja järeltesti punktide vahel ($r = 0,73$; $p \leq 0,05$) ja koostajate rühma teisendusülesannete eel- ja järeltesti tulemuste vahel ($r = 0,72$; $p \leq 0,05$). Analüüsi tulemusena võib väita, et kui eelnimetatud juhtudel saadi eeltestis kõrgem punktisumma, oli see kõrge ka järeltestis.

Seoste leidmise eesmärgil koostati hajuvusdiagrammid, selle põhjal (joonis 2) valiti Pearsoni korrelatsioonianalüüs.



Joonis 2. Pearsoni hajuvusdiagramm

Andmetevahelist seoste leidmiseks viidi läbi Pearsoni korrelatsioonianalüüs kasutades ka analüüsipaketti SPSS. Uuriti seoseid eel- ja järeltestide punktide vahel ülesandetüüpide kaupa. Vastavad andmed on esitatud alljärgnevas tabelis (Tabel 4).

Tabel 4. Pearsoni korrelatsioonianalüüsi tulemused ülesandetüüpide järgi eel- ja järeltestis

Tunnustepaarid	r^*
Koostajate eel- ja järeltesti punktid	0,84
Lahendajate eel- ja järeltesti punktid	0,77
Valikvastustega ülesannete punktid eel- ja järeltestis lahendajatel	0,73
Arvutusülesannete punktid kokku eel- ja järeltestis	0,73
Arvutusülesannete punktid koostajatel eel- ja järeltestis	0,81
Teisendusülesannete punktid koostajatel eel- ja järeltestis	0,72
Skaala joonis koostajatel eel- ja järeltestis	0,73

* $p \leq 0,05$

Vaadeldud tunnused on statistiliselt olulisel määral seotud, usaldusnivoo $p \leq 0,05$. Nii koostajate kui lahendajate eel- ja järeltesti punktid on tugevas positiivses seoses, see tähendab, et need, kes eeltesti hästi sooritasid, oli edukamad ka järeltesti puhul. Lahendajate grupi valikvastustega ülesannete eel- ja järeltesti punktid on tugevas positiivses seoses, seega need, kes eeltestis valikvastustega ülesanded õigesti tegid, tegid seda suure tõenäosusega ka järeltestis. Arvutusülesannete eel- ja järeltesti punktid on ka tugevas positiivses seoses – õpilased, kes lahendasid arvutusülesandeid eeltestis paremini, tegid seda ka järeltestis. See väide iseloomustab, vaadates tabeli järgmist rida, eriti koostajate rühma kohta, kus on veelgi tugevam positiivne seos ($r=0,81$, $p \leq 0,05$). Eksperimentaalarühma (koostajad) iseloomustab ka tugev positiivne korrelatsioon eel- ja järeltesti punktides teisendusülesannete ja joonise ülesande puhul.

Tabel 5. Pearsoni korrelatsioonianalüüsi tulemused ülesandetüüpide kaupa eel- ja järeltesti tulemuste vahel SPSS analüüsipaketiga

Võrreldav tunnusepaar	r^*
Eel- ja järeltesti punktid kokku	0,837
Arvutusülesanded eeltest ja järeltest	0,734
Teisendusülesanded eeltest ja järeltest	0,683
Joonis eeltest ja järeltest	0,667
Põhjendusülesanded eeltest ja järeltest	0,650
Valikvastustega ülesanded eeltest ja järeltest	0,618
Mõõtühikute definitsioonid eeltest ja järeltest	0,475

* $p \leq 0,001$

Rühmitatud ülesannete andmete alusel leiti MS Exceli tabelarvutuse abil ka korrelatsioonimaatriks. Andmetevahelised tugevad positiivsed seosed on esitatud lisas 7 ja keskmise tugevusega seosed lisas 8.

Statistiliselt oluline tugev positiivne seos ($r = 0,9$; $p \leq 0,05$) oli järgmiste tunnuste vahel:

- a) ül 16 eeltest ja ül 15 eeltest – mõlemad on arvutusülesanded;
- b) arvutusülesannete eeltesti punktid kokku ja ül 15 eeltest;
- c) arvutusülesannete eeltesti punktid kokku ja ül 16 eeltest;
- d) ül 16 järeltest ja ül 15 järeltest – tugev positiivne seos nende kahe arvutusülesande

vahel on nii eel kui järeltestis;

e) arvutusülesannete järeltesti punktid kokku ja ül 18 järeltest – ül 18 on rööpühenduse kohta arvutusülesanne;

f) mõõtühikute definitsiooni ülesannete eeltesti punktid kokku ja ül 14 eeltest – ül 14 on mõõtühiku amper definitsiooni kohta;

g) mõõtühikute definitsiooni ülesannete järeltesti punktid kokku ja ül 12 järeltest – ül 12 on mõõtühiku volt definitsiooni kohta;

h) mõõtühikute definitsiooni ülesannete järeltesti punktid kokku ja ül 14 järeltest;

i) teisendusülesannete eeltesti punktid kokku ja ül 5 eeltest – ül 5 on arvutusülesanne, mis sisaldab ka kahte teisendust;

j) teisendusülesannete järeltesti punktid kokku ja ül 5 järeltest.

Tugev positiivne korrelatsioon tähendab, et tunnuste paari ühe komponendi hea lahendamine tõi kaasa ka teise komponendi eduka lahenduse.

3.2. Andmehulkadevahelised erinevused

Seejärel analüüsiti ülesandetüüpide kaupa rühmitatud andmeid IBM SPSS Statistics analüüsipaketiga. Ülesande rühmade kaupa viidi läbi Wilcoxon Z-test, mille abil saab leida erinevusi sama valimi eri tunnuste vahel. Test näitab ka positiivsete ja negatiivsete muutuste arvu, statistilist olulisust – p ja testi statistiku Z absoluutväärtus näitab erinevuse suurust. Tulemused on esitatud alljärgnevas tabelis (Tabel 6).

Tabel 6. Wilcoxon Z-testi statistiliselt olulised tulemused (N = 55)

Tunnuse tüüp	Positiivsete muutuste arv	Negatiivsete muutuste arv	muutuseta	Z- väärtus	p - väärtus
Järel- ja eeltesti punktid kokku	49	5	1	1446,500	$p \leq 0,001$
Arvutusülesanded	46	5	4	1256,500	$p \leq 0,001$
Teisendusülesanded	40	8	7	975,500	$p \leq 0,001$
Põhjendusülesanded	34	7	14	753,000	$p \leq 0,001$
Mõõtühikute definitsioonid	22	5	28	312,000	$p \leq 0,01$

Eeltesti ja järeltesti punktid erinevad statistiliselt olulisel määral. Järeltest lahendati tulemusrikkamalt. Eel- ja järeltesti punktid erinesid ülaltoodud ülesannete gruppides statistiliselt olulisel määral ($p \leq 0,001$). Ülesannete tüüpidest erinesid kõige rohkem arvutusülesannete eel- ja järeltesti tulemused. Järeltestis on arvutusülesandeid, teisendusülesandeid, põhjendusülesandeid ja mõõtühikute definitsioone puudutavaid ülesandeid lahendatud tulemusrikkamalt.

Mann-Whitney U-testiga uuriti, kuidas jaotuvad eksperimentaal- ja kontrollgrupi õpilaste eel- ja järeltesti punktid ülesannete tüübirühmade kaupa. Koostajate ja lahendajate ülesannete eest saadud punktide jaotus on sarnane nii eel- kui järeltesti punktide jaotumuses kui ka ülesannete tüübirühmade jaotumuse järgi, statistiliselt olulist erinevust välja ei tulnud – tulemused jaotusid sarnaselt nii eksperimentaal- kui kontrollgrupil.

Testide tulemustes erinevuste leidmiseks viidi läbi paariliste valimite t-test analüüsipaketiga SPSS. Analüüsiti eel- ja järeltesti punktide aritmeetiliste keskmiste erinevust.

Tabel 7. Paariliste valimite t-testi järgi eel- ja järeltesti aritmeetilise keskmise erinevus

Võrreldav tunnustepaar	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Eeltesti punktid	55	23,98	10,137	1,367
Järeltesti punktid	55	31,79	11,400	1,537

Tulemuste põhjal võib öelda, et eeltestis saadud punktide arv oli sarnasem keskmise tulemusega (Mean = 23,98; SD = 10,137) kui järeltestis (Mean = 31,79; SD = 11,400), seega saadi järeltestis rohkem keskmisest erinevaid punktisummasid. Nii eel- kui järeltestis esines õpilasi, kes said keskmisega võrreldes vähe või ka palju punkte.

Tabel 8. Paariliste valimite t-testi järgi erinevused eel- ja järeltesti tulemustes

Võrreldav tunnusepaar	Aritmeetiline keskmine	SD	t	p*
Eeltesti punktid	23,98	10,23	-9,252	$p \leq 0,001$
Järeltesti punktid	31,79	11,4		

Testi tulemuste põhjal võib öelda, et eel- ja järeltesti punktide keskväärtused erinevad ($t = -9,252$) statistiliselt olulisel määral ($p \leq 0,001$). Andmehulkadevahelisi erinevusi võrreldi ka

punktide keskmistes osas ülesanderühmade kaupa.

Tabel 9. Paariliste valimite t-testi tulemused ülesandetüüpide kaupa eel- ja järeltesti tulemustes

Võrreldav tunnusepaar	Maksimum punktid	Aritmeetiline keskmine	SD	t	p*
Põhjendusülesanded eeltest järeltest	6	1,59 2,52	1,58 1,75	- 4,903	p≤0,001
Valikvastustega ülesanded eeltest järeltest	15	8,01 8,48	2,12 2,24	- 1,839	p≤0,071
Arvutusülesanded eeltest järeltest	21	7,40 11,85	5,60 6,06	- 7, 720	p≤0,001
Mõõtühikute definitsioonid eeltest järeltest	2	0,58 0,98	0,79 0,87	- 3,482	p≤0,001
Teisendusülesanded eeltest järeltest	11	4,93 6,35	2,67 2,87	- 4,749	p≤0,001
Skaala joonis eeltest järeltest	2	1,47 1,62	0,81 0,68	- 1,737	p≤0,088

p*≤ 0,05

Saadud tulemusi vaadeldes võib öelda, et põhjendusülesannete, arvutusülesannete, mõõtühikute definitsioonide ja teisendusülesannete eel ja järeltestide punktide aritmeetilised keskmised erinevad statistiliselt olulisel määral (p≤0,001). Neid ülesandetüpe on õpilased lahendanud järeltestis paremini.

Andmeid analüüsiti ka sõltumatute valimite t-testiga. Võrreldi eksperimentaalgrupi ja kontrollgrupi rühmitatud ülesannete punktide varieeruvust eel- ja järeltestis. Tunnuste variatsioonid olid sarnased. Võrreldi ka poiste-tüdrukute tulemuste erinevusi. Ainus statistiliselt oluline erinevus (p = 0,009; t = 2,619) oli mõõtühikute definitsioonide ülesannete tulemustes võrreldes tüdrukute ja poiste eeltesti tulemusi: aritmeetiline keskmine tüdrukutel 0,85 (SD = 0,86) ja poistel 0,32 (SD = 0,61). Tüdrukud lahendasid neid ülesandeid eeltestis keskmiselt poistest paremini. Järeltestis sellist erinevust ei esinenud.

Lisaks võrreldi järeltesti punktide varieeruvust poistel-tüdrukutel ja ka järeltesti punktide varieeruvust klasside kaupa. Eelnimetatud tunnuste variatsioonid on sarnased, analüüsis

statistiliselt olulisi erinevusi ei ilmnenu.

3.3. Õpilaste arvamused

Uurimuse lõpus paluti ülesandeid koostanud õpilastel anda oma hinnang ülesannete koostamise kohta. Hinnangud olid esitatud kirjalikult ja anonüümselt. Arvamused olid suures osas positiivsed, vaid ühele õpilasele ei meeldinud ülesannete koostamine. Õpilastele meeldis ülesandeid koostada, nad arvasid, et selline tegevus on arendav:

„Mulle meeldis ülesandeid koostada, sest arendas rohkem mõtlemist. Arvan hästi sellest.“

„Jah, meeldis. Oli põnev ja hea vaheldus. Arvan, et ülesannete koostamine on väga arendav.“

Õpilased tõid välja, et selle õppemeetodiga saab teema paremini selgeks:

„Mulle meeldis ülesandeid koostada, sest nii sai ka ise paremini asju selgeks. Selline õppemeetod on väga hea.“

„Jah, mulle meeldis ülesandeid koostada, kuid see nõudis palju mõtlemist, arutlemist jms. See on päris hea õppemeetod.“

„Mulle meeldis ülesandeid koostada kuna see pani kaasa mõtlema ja rohkem aru saama sellest kuna pead ise mõtlema ja lahendama. Jah, ma õppisin ülesandeid koostades elektri kohta – nii jääbki paremini meelde. Ma arvan, et see oli väga huvitav kogemus, sest nii ma saan paremini asjadest aru.“

Märgiti ära, et selline õppemeetod on huvitav ja pakub vaheldust:

„Meeldis, sai ise välja mõelda ja põnev oli. Väga hea meetod, võiksime seda tihedamini teha.“

„Jah, meeldis, sest see oli uus väljakutse ja väljakutsed mulle meeldivad. Jah õppisin, aga I ja R ei saanud selgeks, tänu sellele läheb see töö aia taha.“

Mõned leidsid, et füüsika kui õppeaine, on neile tänu sellisele lähenemisele rohkem meeldima hakanud:

„Jah, mulle meeldis ülesandeid koostada, õppisin elektrivoolu kohta kuna kirjutasin

kõike nii mitu korda läbi ja jäi meelde. Mulle hakkas füüsika veidi rohkem meeldima, aga teisendamist endiselt ei oska.“

Toodi välja ka see, et iseseisvat tööd võiks rohkem olla kuna selle läbi õpib paremini:

„Mulle meeldis ülesandeid koostada, sest sain need hiljem ära lahendada, tundmatud teemad sain ka läbi selle selgeks, et pidin ülesandeid koostama. Õppisin elektrivoolu koht, sest pidin kõik õigesti tegema ja sain teemade peale põhjalikumalt mõelda. Iseseisvat tööd võiks rohkem olla!“

Mõned õpilased leidsid, et selline meetod on töömahukas ja kuna üks klass oli pooleks jaotatud, siis leiti, et lahendajatel oli lihtsam:

„Natuke ei meeldinud, sest see oli raske ja ei meeldinud ise lahendada. Teistel oli lihtsam. Nii võiks õppida, aga kord aastas.“

„Nii ja naa. Aega nappis ja ülesandeid oli palju. Parema meetodi kui lahendada, vist.“

„No ütleme, et algul teha ei meeldinud, aga kui pliiatsi liikuma sai, oli normaalne. Aga ei viitsiks enam teha vist. Ei oska öelda, kas see meetod sobis mulle.“

Anti ka üks negatiivne hinnang ülesannete koostamisele:

„Mulle ise ei meeldinud väga ülesandeid koostada.“

Kokkuvõtteks saab öelda, et õpilaste arvamused ülesannete koostamise kui õppemeetodi kohta on erinevad, aga ülekaalus on positiivsed hinnangud. Toodi välja meetodi mitmeid positiivseid külgi. Töö koostaja arvamus on, et see meetod sobib vähem õpilastele, kellel on raske end sõnaliselt väljendada, olgu siis põhjuseks kinnine iseloom või ka nõrk keeleline väljendusoskus.

3.4. Õpilaste koostatud ülesanded

Alljärgnevana tuuakse välja valik õpilaste koostatud ülesannetest. Õiged vastused on allajoonitud. Arvutusülesannete lahendused ei ole välja toodud. Hulgaliselt koostati näiteks valikvastustega ülesandeid. Huvitava faktina ilmnas see, et mõned õpilased pakkusid valikuks mitu õiget vastust.

Mõned näited valikvastustega ülesannetest:

Millega saab takistust otseselt mõõta?

- a) ampermeeter
- b) voltmeeter
- c) oommeeter
- d) termomeeter

Pinge on võrdne:

- a) juhi pikkuse ja ristlõikepindala korrutisega;
- b) vooluringi ühendatud juhtide takistuse summaga;
- c) elektrivälja poolt vabade laetud osakeste ümberasetumisega tehtud töö ja osakeste kogusumma jagatisega;
- d) voolutugevuse ja takistuse jagatisega.

Et vesi elektrit juhiks, tuleb sellele lisada:

- a) keedusoola;
- b) meresoola;
- c) kraanivett;
- d) piima.

Ülesanded, milles võrreldakse elektriga seotud nähtusi, objekte või suurusi ja selgitusülesanded, kus püütakse anda seletus mõnele nähtusele või elektritarvitite ühendusviisile nagu alljärgnevas ülesandes:

Mis eristab jada- ja rööpühendust? Mis on neil sarnast?

Jadamisi ühendatud vooluringis on kõikjal ühesugune voolutugevus. Rööbiti ühendatud juhtidel on pinge ühesugune. Elektritarvikuid saab ühendada nii jadamisi kui rööbiti.

Metallis on vabadeks laengukandjateks elektronid. Miks juhib metall elektrit, aga kumm mitte? Sest kummis puuduvad vabad laengukandjad.

Jadaühenduse korral on voolutugevus kõikjal ühesugune. Miks ei ole see nii rööpühenduse korral? Kuna kitsaid kohti on rohkem ning läbi pääseb seetõttu suurem hulk laengut.

Miks nimetatakse vabasid elektrone vabadeks? Kuna nad ei ole seotud ühegi positiivse iooniga ja võivad seetõttu liikuda kogu metallitüki ulatuses.

Millisel juhul kehtib Ohmi seadus? Kehtib juhul kui temperatuur ei muutu, sest temperatuuri muutudes muutub ka takistus.

Arvutusülesannete koostamisel eriti loomingulised ei oldud kuna sellist tööd tegid õpilased esimest korda. Arvan, et edaspidi läheneksid nad arvutusülesannetele ka huvitavamalt kuna teema on siis selgem ja ilmselt seostatakse elektriga seotud suurusi rohkem ka igapäevaeluga. Mõned näited arvutusülesannetest:

Kaks juhti on ühendatud jadamisi. Pinge ühe juhi otstel on 20 V ja teise juhi otstel on 50 V. Kui suur on esimese juhi takistus kui teise juhi takistus on 200 oomi?

Vooluringis on voolutugevus 10 A. Takistused on 10, 15, ja 17 oomi. Kas tegemist on jada- või rööpühendusega? Leia kogupinge.

Vooluringi on ühendatud rööbiti kaks juhti takistusega 14 ja 7 oomi. Pinge vooluallika klemmidel on 14 volti. Kui suur on juhtide kogutakistus, voolutugevus kummaski juhis ja vooluringi hargnemata osas?

Leia juhi otstel olev pinge, kui voolutugevus on 40 amprit ja takistus on 20 oomi. Kui lisada jadamisi juurde veel üks lamp, siis mis muutub?

Õpetajana analüüsides õpilaste koostatud ülesandeid võib väita, et nad said ülesandega hästi hakkama. Mõned neist olid võtnud malliks juba olemasolevad ülesanded, mõned aga püüdsid sõnastada midagi omapärast. Silma torkas fakt, et suurem osa ülesannetest olid pigem formaalsed ehk eluga vähe seotud.

4. Arutelu

Vajadus liikuda ainekeskselt õpetamiselt õpilase arengu kesksele õpetamisele, on tänapäevasele ühiskonnale omane. Kõrvuti teadmiste omandamisega peab toimuma ka minapildi ning õpioskuste kujunemine. Ajastule iseloomulik teaduslik maailmapilt ja sellega seotud mõtlemisstiil kujuneb põhiliselt ühe fundamentaalteaduse maailmapildi alusel. Selleks on siiani olnud füüsika. Järelikult on füüsika õpetamine üldhariduskoolis ajastukeskse maailmapildi kujundamiseks hädavajalik ja füüsikaõppe põhiliseks sotsiaalseks eesmärgiks ongi kaasa aidata selle kujunemisele. Füüsikaõppe sotsiaalset eesmärki saavad realiseerida vaid iseseisvalt mõtlevad ja tegutsevad inimesed. Selliselt seostub füüsikaõppe sotsiaalne ja isiksuslik eesmärk. (Karu, 1996)

Jõgi (2010) toob füüsikaõppes välja, et õpitav materjal esitataks võimalikult probleemipõhiselt ning õpilase igapäevaeluga seostatult ning et lähtutaks õpilaste individuaalsetest iseärasustest. Õpilaste õpimotivatsiooni kujundamiseks tuleks kasutada erinevaid aktiivõppevorme. Ülesannete koostamine on õpilaskeskne õppemeetod. Selle puhul on võimalik õpilastele individuaalselt läheneda, sest õpetaja saab soovitada sobivaid ülesandetüüpe ning teemasid. Õpilastel on võimalik töötada omas rütmis. Õpilased on võimalik aktiivselt kaasa mõtlema panna. Ülesannete koostamine õppemeetodina sobis uuringu tulemusena enamusele õpilastest, vaid ühele õpilasele ei meeldinud ülesandeid koostada. Leiti, et ülesandeid koostada on huvitav, õpib kiiremini ja saab rohkem aru, sest süvenetakse rohkem. Uurimuse autori arvates mõjus meetod õpimotivatsioonile hästi. Siinkohal tuuakse tulemuste ilmetamiseks mõned õpilaste arvamused:

„Meeldis ülesannete koostamine kuna sellega õpib ise ka. Võiks veel teha ülesandeid kuna sellega õpib palju kiiremini.“

„Meeldis koostada ülesandeid, sest siis ise saan asjast paremini aru. Õppisin seda osa, sest ma ise pidin ju ülesanded tegema ja mõtlema ka lahenduse.“

„Mulle meeldis ülesandeid koostada, sest sain ülesandeid läbi teha ning tänu sellele jäi väga palju asju pähe. Õppisin kindlasti koostades, sest sain ülesandeid läbi lahendada ja uut teada. Enne töid võikski ülesandeid koostada ja läbi lahendada.“

„Muidugi meeldis kuna see oli uutmoodi huvitav. Õppisin kuna olin süvenenud töö tegemisse. Tegin tööd mõnuga!“

Ganina (2011) uuringu tulemused näitasid, et õpetajate arvates tõstavad õpilaste füüsikaõppe

motivatsiooni kõige rohkem õpetaja kompetentsus, laboritööde tegemine, multimeedia vahendite kasutamine abstraktsete teemade käsitlemisel. Õpetamismeetoditest hinnati kõrgelt aktiivõppe meetodeid, kuid neid praktikas eriti ei rakendata. Õpilased tõid motivatsiooni tõstjatenä esile teema huvitavust ja seotust reaalse eluga. Kõige enam meeldisid õpilastele katsed, filmide vaatamine ja ekskursioonid. Õpilaste arvates kasutavad õpetajad kõige rohkem loengu-tüüpi tunde, näitavad katseid ja lahendavad ülesandeid, samas leiavad õpilased, et kõige efektiivsem õppimisviis on iseõppimine.

Kuigi antud uurimus klasside vahelisi erinevusi ei tuvastanud, leiab töö koostaja, et õpetaja roll on leida igale klassile ja õpilasele sobivaim meetod. Selle toob välja ka Karu (1996), et ainult konkreetse klassi õpilaste õpivõtete arengutaseme põhjalikule tundmisele rajanev probleemülesanne tagab kõigi produktiivse tunnetuse etappide iseseisva läbimise enamiku õpilaste poolt. Samuti leiavad Ganina ja Voolaid (2007), et peamised füüsika õpetamise efektiivsust mõjutavad tegurid on õpilaste õpistiili tundmine ja sellega arvestamine; õpilaste teadmiste tasemega arvestamine; õpetaja pädevus; õpetamismeetodi valik; õppetöö tulemuste kontrollimeetodi valik. Käesolevas uuringus püüti sellega arvestada – õpilased said koostada ja lahendada ülesandeid neile sobivas tempos.

Mitmetes rahvusvahelistes ja ka Eestis läbiviidud uuringutes on selgunud tõsiasi, et õpilased peavad füüsikat ja ka teisi loodusaineid keerulisteks ning õpitav ei paku neile huvi kuna ainetes õpetatav ei seostu tänapäeva laste huvidega ning ei ole neile oluline. Seetõttu seob oma tuleviku loodusteaduste õppimisega järjest vähem noori inimesi. Samas areneb meie ühiskond väga kiiresti ja nõudlus loodus- või tehnoloogiateadusi õppinud inimeste järele suureneb. Ka igapäevaelus puutub tänapäeva inimene järjest rohkem kokku tehnoloogiaalaste probleemidega, mille lahendamise oskus on igati kasulik. Edukad on inimesed, kes suudavad probleemide lahendamisse loovalt suhtuda, sest nii on võimalik leida uusi lahendusi erinevates eluvaldkondades. (Reiska, Rannikmäe, 2011; Ait, Rannikmäe, 2014)

Õpetamine on selekteeriv protsess. Õpetajate roll on leida õpilastes nende tugevamad küljed ning suunata nad neid arendama. Samal ajal on õpetamine pidevalt ka standardiseeriv, sest ta ühtlustab teadmisi. Didaktika probleemiks on see, kas ära tuleks õpetada võimalikult kõik või tuleks jätta ruumi ka iseõppimiseks, loovaks õppimiseks. Ennekõike annab vastuse ette tunniplaan, siis õpilase suutlikkus, siis õpetaja oskused ja muidugi need vahendid, millega saab töötada. (Olesk, 2005)

Põhikooli füüsikaõpetusega taotletakse muuhulgas, et põhikooli lõpuks õpilane on

omandanud argielus toimimiseks ja elukestvaks õppimiseks vajalikke füüsikateadmisi ning protsessioskusi ja on omandanud ülevaate füüsika keelest ning oskab seda lihtsamatel juhtudel kasutada. Õpilasel oodatakse, et ta arendab loodusteadusteksti lugemise ja mõistmise oskust, õpib teatmeteostest ning internetist leidma füüsikateavet ja arendab loovust ja süsteemset mõtlemist. Ülesannete koostamise käigus täienes õpilaste füüsika-alane kirjaoskus, saadi selgeks uued mõisted seoses elektrivoolu teemaga. Töö koostaja arvamus on, et kui kasutada ülesannete koostamist kui õppemeetodit, tuleks õpetada enne ka ülesannete koostamist. Selle uuringu käigus said ülesannet koostavad õpilased ette teemad ja ülesannete tüübid, milliseid peaks tegema. Füüsikatunnis ei olnud nad enne ülesandeid koostanud. Ülesandeid koostades oli õpilastel võimalus kasutada 9. klassi füüsika õpikut ja töövihikut. Et arendada õpilastes loovust ning loodusteaduslik-tehnoloogilist kirjaoskust, tuleks algul selgeks saada ülesannete koostamise põhimõtted, siis seostada need õpitava teemaga ning jõuda selleni, et õpilased suudaks iseseisvalt ülesandeid välja mõelda. Sel juhul seostavad nad ülesande suure tõenäosusega ka igapäevaeluga ning mõtlevad aineüleselt antud teemal. Nii on võimalik õpetamine viia tasemele, mida tänapäevase 21. sajandi koolilt oodatakse. Ait ja Rannikmäe (2014) toovad välja selle, et loodusteadustes kujundatavad teadmised peavad aitama selgitada „asju“, sündmusi ja nähtusi, mis on seotud meid ümbritseva maailmaga ja olema väärtuslikuks teabeks kõigi jaoks, mitte ainult neile, kes tahavad oma karjääri siduda loodusteadustega. Elektriteemadel ülesandeid koostades saab õpilase suunata uurima lisaks kodus leiduvatele elektriseadmetele ning neid iseloomustavatele suurustele ka seda, kuidas elekter nende koduni jõuab, kuidas kujuneb elektri hind, kuidas elektrit säästa, kuidas riigis ühe elaniku kohta tarbitavat elektrit saab kasutada riigi majandustaseme iseloomustamiseks, kuidas ise oleks võimalik vooluallikat meisterdada, kuidas voolu keemilist toimet kasutada kunstis – võimalusi teadlikku tarbijat ja loovat inimest kujundada on palju.

Karu (1996) toob välja füüsikale iseloomulikud õpitoimingud nagu näiteks: füüsikalise nähtuse, suuruse, seaduse, mõiste alla viimine; füüsikateabe kodeerimine sõnalisse, analüütilisse, graafilisse vormi ja selle ümberkodeerimine ühest vormist teise; füüsikaliste suuruste ja reaalsuse vahekorra määramine; füüsikaülesande lahenduse otsingu kavandamine; mõõteriistade kasutamise ja käsitlemise üldiste reeglite järgimine – neid õpitoiminguid selgeks saades oskab õpilane tulevikus hinnata teda huvitava informatsiooni õigsust ning sisu, leida elus ettetulevatele probleemidele lahendusi ning käsitseda tehnoloogilisi vahendeid. Meie elu on tänapäeval tihedalt seotud internetiga, sealt on tavaelus kõige kiiremini võimalik leida huvipakkuvat infot. Uuringute käigus on leitud (Fidel *et. al* 1999, Lorenzen 2002,

Walraven *et. al* 2008), et õpilased asuvad probleeme lahendama enne taustaandmetega tutvumist või ei suudetagi formuleerida sobivaid otsingusõnu. Käesolevas uuringus sellist ohtu ei olnud, sest enne ülesannete koostamist ja lahendamist oli vastav teooria käsitletud. Fisher (1990) toob samuti välja selle, et ümbritseva maailma mõistmiseks tuleb lisaks visuaalsete ja auditiivsete ärritajate tajumisele neid ka mõista, siis on võimalik otsustada, kuidas edasi tegutseda.

Mikk (1980) peab teksti mõistmist oluliseks kuna mittemõistmise puhul ei suudeta uut informatsiooni seostada varasemaga. Koolis arendatakse mõistmisoskust ja mõtlemist õppetekstide põhjal. Ka elektrivoolu teema õppimisel tuleks õpilasel mõista, milliseid reaalseid objekte ja nähtusi sõnad tähistavad ning millised on nende objektide ning nähtuste vahelised seosed. Teksti mõistmise väljaselgitamiseks on testis kasutatud võrdlus- ja selgitusülesandeid. Antud uuringu tulemustest tuli välja, et paljud õpilased said iseseisvalt sõnastada arusaadavad ülesanded ehk teksti mõistmisega probleeme ei esinenud.

Teadmisi omandatakse selleks, et neid kasutada järgmisel päeval, nädalal ja veelgi hiljem. Teadmised tuleb viia pikaajalisse mällu. Kindlate ja süsteemi viidud teadmiste saavutamiseks tuleb anda rohkem aega vastuvõetu üle järele mõelda. Käesolevas uurimuses ei tulnud välja statistiliselt olulist erinevust eksperimentaal- ja kontrollgrupi õpilaste õpitulemustes. Töö koostaja arvamus on, et õpilastel oli liiga vähe aega ülesannete koostamiseks ja elektrivoolu teemal mõtisklemiseks. On võimalus, et ajapuudus mõjutas järelduste tulemusi. Samas ainekava läbimiseks napibki tihti aega ja õpilased ei saagi asjade üle pikemalt mõelda. Teadmised on seetõttu pinnapealsed ning ununevad kiiresti, sest uut infot lisandub pidevalt.

Tänapäeva maailmas on palju keerulisi ja mitmekihilisi probleeme. Et neis orienteeruda, ei piisa enam mõtlemisest, kus lahendusena nähakse ainult üht kindlat teed, vaid ka mõtlemine peaks muutuma paindlikumaks, integreeritumaks, kriitilisemaks, loovamaks ja globaalsemaks. Loodusainete tundides on väga paljud kognitiivsed oskused seotud just mittelineaarse mõtlemisega nagu info kriitiline hindamine, probleemülesannete lahendamine, loodusainete tundides saadud teadmiste integreerimine, otsuste tegemine, uurimusliku õppega seotud kognitiivsed protsessid, tulemuste interpreteerimine jne. (Ait, Rannikmäe 2014)

Anderson *et.al* (2011) käsitlevad ülesannete lahendamist füüsikas kui probleemide lahendamist. Probleemide tüüpe on eristanud mitmed uurijad, põhilised neist on kokku võtnud Pedaste (2010). Käesolevas töös kasutati testides nii lihtsaid, kui kompleksseid probleeme, näiteks ülesanne leida voolutugevuse ja pinge põhjal elektritakistus liigituks

lihtsama probleemi alla, samas kui jada- ja rööpühendust käsitlevaid ülesandeid võib pidada juba kompleksemaks probleemiks kuna nende lahendamiseks tuleks aru saada pinge, voolutugevuse ja elektritakistuse erinevustest ühenduse liigist sõltuvalt. Jonasseni (2000) koostatud probleemitüüpidest esineb testis algoritmilisi, tekstülesandelisi ja reeglirakendamise probleeme.

Voolaid ja Ganina (2005) toovad esile, et füüsikaülesannete õpetamisel piirduakse tihti füüsikalises osas ainult valemite väljaotsimise ja võrrandite koostamisega. Nende uurimused näitavad, et teooria tundmine ja hea arvutusoskus ei garanteeri ülesannete lahendamise oskust. Puudu jääb just nende kahe vahele jäävast füüsikalisest arutelust. Autorid soovivad lasta õpilastel endil ülesandeid koostada, see näitab kätte nende teadmiste ja oskuste taseme.

Käesoleva töö puhul kasutati ülesannete koostamist kui õppemeetodit ning uuringu andmete kogumiseks koostatud testis olid jada- ja rööpühenduse kohta ülesandeid, mille lahendamisel tuleb õpilasel ka nende füüsikalist sisu mõista. Näiteks, kas jadaühendusel on erinevate takistite kasutamisel voolutugevus vooluringis sama või erineva väärtusega. Lihtsalt sobivaid valemeid otsides ei ole neid ülesandeid päris korrektselt lahendada võimalik. Nende ülesannete eri osi on mõnel juhul võimalik lahendada ka eri viisidel, näiteks kogutakistuse leidmine.

Kokkuvõtteks soovitab uurija kasutada tundide mitmekesistamisel ning õpilaskesksusest lähtuvalt õppemeetodina ülesannete koostamist. Õpilaste antud hinnangu kohaselt paneb selline lähenemine õpitavate teemade üle rohkem juurdlema, lahenduskäike ette planeerima, seega saab ka õpitav paremini selgeks. Antud uurimust on võimalik edasi arendada näiteks uurides seoseid õpilaste õpistiilide ja ülesannete koostamise mõju vahel õpitulemustele. Samuti uurida ka sellise õppemeetodiga saavutatud õpitulemuste püsimist ajas.

Kokkuvõte

Tänapäevasele inimesele vajaliku loodus- ja tehnoloogiaalase kirjaoskuse kujundamisele annab oma osa kool. Loodusainete tundides antakse õpilastele nii ainespetsiifilisi kui ka aineteüleseid teadmisi. Tänapäevases koolis peaks üha rohkem keskenduma õpilasekesksetele õppemeetoditele, püüdma õpilasi haarata aktiivselt kaasamõtlemata, - rääkima. Õpetaja roll on kasutada erinevaid teid selleks, et säilitada õpilastes õpimotivatsiooni ning muuta loodusained neile atraktiivseks ja perspektiivikaks. Nõudlus loodus- ja tehnoloogiaalade spetsialistide järele on tööjõuturul suur.

Käesolevas töös uuriti ülesannete koostamise mõju üheksanda klassi õpilaste õpitulemustele elektrivoolu teema näitel. Samuti andsid õpilased hinnangu sellele, kuidas neile ülesannete koostamine meeldis ja mida nad sellisest õppemeetodist arvavad. Uurimiseesmärgi saavutamiseks leiti vastused püstitatud uurimisküsimustele.

Käesoleva töö tulemusena selgus, et kuigi antud õpilaste puhul eel- ja järeltesti tulemused erinevad statistiliselt olulisel määral, statistiliselt olulisi erinevusi õpitulemustes eksperimentaal- ja kontrollgrupi vahel ei ole. Ehk vastates esimesele uurimisküsimusele - Kas esineb kontroll- ja eksperimentaalrühma vahel erinevusi õpitulemuste saavutatuses? – võib üldjoontes vastata eitavalt.

Andmetevahelisi seoseid analüüsides leiti, et nii eksperimentaal- kui kontrollgrupi eel- ja järeltesti tulemused on tugevas positiivses seoses. See tähendab, et mõlemas grupis eeltestis hästi ülesandeid lahendanud õpilased lahendasid ülesandeid hästi ka järeltestis.

Uuriti ka milliste ülesannete tüüpidele vastamisele mõjus ülesannete koostamise kogemus. Kõige tugevam positiivne seos ($r = 0,81$; $p \leq 0,05$) oli eksperimentaalgrupi õpiaste arvutusülesannete eel- ja järeltesti tulemuste vahel. Mõlema rühma arvutusülesannete eel- ja järeltesti punktide vahel oli seos ($r = 0,73$; $p \leq 0,05$). Selle tulemuse põhjal võib väita (vastates kolmandale uurimisküsimusele - Milline on ülesannete koostamise mõju füüsika ainekavas nimetatud õpitulemuste saavutamisele?), et arvutusülesannete koostamine siiski mõjutas õpitulemusi, sest kontrollgrupi arvutusülesannete eel- ja järeltesti tulemuste vahel sellist seost ei esine.

Leides vastust teisele uurimisküsimusele - Millisel määral ülesannete koostamine kui aktiivõppemeetod motiveerib õpilasi füüsikat õppima? – võib väita, et ülesannete koostamine

motiveeris õpilasi füüsikat õppima. Enamus õpilastepoolseid hinnanguid olid positiivsed. Leiti, et selle meetodi abil süvenetakse teemasse rohkem, mõeldakse läbi lahenduskäik, iseseisva töö käigus saab õpitav paremini selgeks, meetod pakub vaheldust ja on huvitav.

Ülaltoodule tuginedes võib öelda, et tööle püstitatud eesmärk saavutati.

Tänuavaldused

Käesoleva töö autor tänab oma juhendajat Svetlana Ganinat, kes süstis optimismi, andis kiirelt ja konstruktiivselt tagasisidet ning oli igati toetav ja positiivne. Samuti tänan oma õpilasi, kes töö õnnestumisele kaasa aitasid. Tänan ka kolleege, kes head nõu andsid.

Kasutatud kirjandus

Ait, K., Rannikmäe, M. (2014) 21. sajandi oskused – milleks ja kellele neid vaja on?

http://eduko.archimedes.ee/files/Paradigmaatilised_suundumused_loodusainete%C3%B5petamisel_%C3%B5ppematerjal.pdf; 05.01. 2015

Anderson, J.R. (1980) *Cognitive psychology and its implications*. New York: Freeman

Anderson, W.L., Sensibough, C.A., Osgood, M.P., Mitchell, S.M. (2011) What Really Matters: Assessing Individual Problem-Solving Performance in the Context of Biological Sciences. *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, 5(1), 1-20.

Ampermeetri skaala joonis testis - <http://fyysika.matefus.eu/voolutugevus.htm>; 05.01. 2015

Brophy, J. (2014). Kuidas õpilasi motiveerida. *Käsiraamat õpetajatele*. Tallinn: SA Archimedes.

Chu, H., Treagust, D.F., Chandrasegaran, A.L. (2008) Naive Students' Conceptual Development and Beliefs: The Need for Multiple Analyses to Determine what Contributes to Student Success in a University Introductory Physics Course. *Research in Science Education*, 38: 111-125.

Cohen, L., Manion, L., Morrison, K. (2007). *Research methods in education*. Routledge, London, NY

Eijck, M. (2012). Capturing the Dynamics of Science in Science Education. In Fraser, B. J., Tobin, K. G. & McRobbie, C. J. (Eds.), *Second International Handbook of Science Education* 1029-1039. London: Springer.

Fidel, R., Davies, R. K., Douglas, M. H., Holder, J. K., Hopkins, C. J., Kushner E. J., et al (1999) A visit to the information mall: Web searching behavior of high school students. *Journal of the American Society of Information Science*, 50 (1), 24-37

Fisher, R. (1990). Teaching Children to Think. Hemel Hempstead, Herts: Simon and Schuster Education.

Fisher, R. (2004) *Õpetame lapsi õppima*. Tartu: AS Atlex

Ganina, S., Voolaid, H. (2007) Füüsikaõppe efektiivsus ja selle tõstmise võimalused. *KVÜÕA Toimetised*. Tartu: TÜ Kirjastus

Ganina, S. (2011) *Hajusandmetega ülesanded kui üks võimalus füüsikaõppe efektiivsuse tõstmiseks*. Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus

Jonassen, D.H. (1997) Instructional design model for well-structured and ill-structured problem solving learning outcomes. *Educational Technology: Research and Development*, 45(1), 65-95

Jonassen, D. H. (2000) Toward a design theory of problem solving. *Educational Technology: Research and Development*, Springer 48(4), 63-85

Jõgi, J. (2010) *Põhikooli valdkonnaraamat „Loodusained“*. Sissejuhatus füüsika ainekavasse.

http://www.oppekava.ee/index.php/Sissejuhatus_f%C3%BC%C3%BCsika_ainekavasse;
05.01.2015

Karu, K. (1996) *Füüsika didaktika*. Tallinn. Koolibri

Krull, E. (2000) *Pedagoogilise psühholoogia käsiraamat*. Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus

Loide, R.- K. (2005) Mis on lahti koolifüüsikaga? *Õpetajate Leht*, 36

Lorenzen, M. (2002). The land of confusion? High school students and their use of the World Wide Web for research. *Research Strategies*, 18 (2), 151-163

Mikk, J. (1980) *Teksti mõistmine*. Tallinn. Valgus 135 lk

Nitko, A.J. (2001) *Educational assessment of students* (3rd ed.9. Upper Saddle River, NJ: Merrill

Olesk, P. (2005) Füüsika õpetamisest. *Akadeemia*, nr 7

Post, A., Rannikmäe, M. (2011) Ühiskonna erinevate huvigruppide ootused loodusainetes kujundatavatele kompetentsustele. *Gümnaasiumi valdkonnaraamat „Loodusained“*. Riiklik Eksami- ja Kvalifikatsioonikeskus.

Põhikooli riiklik õppekava. (2011). <https://www.riigiteataja.ee/akt/129082014020>
01.03.2015; 24.04. 2015

Põhikooli riiklik õppekava. (2011). Lisa 4. Ainevaldkond „Loodusained“
<https://www.riigiteataja.ee/akt/lisa/1290/8201/4020/1m%20lisa4.pdf#>; 24.04. 2015

Rannikmäe, M. (2010) Loodusteaduste ja tehnoloogiaalase kirjaoskuse kujundamine.

[http://www.oppekava.ee/index.php/Loodusteaduste_ja_tehnoloogiaalase_kirjaoskuse_kujunda](http://www.oppekava.ee/index.php/Loodusteaduste_ja_tehnoloogiaalase_kirjaoskuse_kujundamine)
mine; 05.01. 2015

Rannikmäe, M., Reiska, P. (2014) Loodusteaduslik kirjaoskus gümnaasiumilõpetajate karjäärivaliku mõjutajana.

<http://eduko.archimedes.ee/files/Eduko%20uuringud%20saatmiseks.pdf>; 05.01. 2015

Rannikmäe, M., Soobard, R. (2014) Loodusteaduslik ja tehnoloogiaalane kirjaoskus ja selle erinevad tasemed.

[http://eduko.archimedes.ee/files/Paradigmaatilised_suundumused_loodusainete_](http://eduko.archimedes.ee/files/Paradigmaatilised_suundumused_loodusainete_%C3%B5petamisel_%C3%B5ppematerjal.pdf)
[_%C3%B5petamisel_%C3%B5ppematerjal.pdf](http://eduko.archimedes.ee/files/Paradigmaatilised_suundumused_loodusainete_%C3%B5petamisel_%C3%B5ppematerjal.pdf); 05.01. 2015

Redish, E.F., Saul, J.M., Steinberg, R.N. (1998) Student Expectations in Introductory. Physics. *American Journal of Physics*, 66: 212-224

Reiska, P., Rohtla Labude, K. (2014) Interdistsiplinaarsus loodusainete õppimisel ja õpetamisel. [http://eduko.archimedes.ee/files/Paradigmaatilised_suundumused_loodusainete_](http://eduko.archimedes.ee/files/Paradigmaatilised_suundumused_loodusainete_%C3%B5petamisel_%C3%B5ppematerjal.pdf)
[_%C3%B5petamisel_%C3%B5ppematerjal.pdf](http://eduko.archimedes.ee/files/Paradigmaatilised_suundumused_loodusainete_%C3%B5petamisel_%C3%B5ppematerjal.pdf); 05.01. 2015

Rootalu, K. (2014) T-test. *Sotsiaalse analüüsi meetodite ja metodoloogia õpibaas*. <http://samm.ut.ee/t-test>; 05.01.2015

Rämmer, A. (2014). Valimi moodustamine. *Sotsiaalse analüüsi meetodite ja metodoloogia õpibaas*. <http://samm.ut.ee/valimid>; 05.01.2015

Rämmer, A. (2014). Valiidsus ja reliaablus. *Sotsiaalse analüüsi meetodite ja metodoloogia õpibaas*. <http://samm.ut.ee/valiidsus-ja-reliaablus>; 05.01.2015

Salumaa, T., Talvik, M. (2004). *Ajakohastatud õppemeetodid*. Teine trükk. Tallinn:

Merlecons ja Ko OÜ.

Sarapuu, T., Pedaste, M. (2010). Probleemülesannete tüübid ja lahendusstrateegiad. Põhikooli valdkonnaraamat "Loodusained".

http://www.oppekava.ee/index.php/Probleem%C3%BClesannete_t%C3%BC%C3%BCbid_ja_lahendusstrateegiad; 05.01. 2015

Timpmann, K. (2000). *Füüsika IX.klassile. Elektriõpetus*. Koolibri. Tallinn.

Tooding, L.-M. (2007) *Andmete analüüs ja tõlgendamine sotsiaalteadustes*.

Tartu. Tartu Ülikooli Kirjastus

Vaino, K., Teppo, M. (2014) Õpilaste motivatsioon ja näiteid selle kujundamisest loodusainete õpetamisel.

http://eduko.archimedes.ee/files/Paradigmaatilised_suundumused_loodusainete_%C3%B5petamisel_%C3%B5ppematerjal.pdf; 05.01. 2015

Vihalemm, P. (2014). Eksperiment. *Sotsiaalse analüüsi meetodite ja metodoloogia õpibaas*. <http://samm.ut.ee/eksperiment>; 22.02. 2015

Voolaid, H., Ganina, S. (2005). Füüsikaülesannete lahendamine. *Loodusainete õpetamisest koolis II osa*. Riiklik eksami ja kvalifikatsioonikeskus. Tallinn, Argo, 125 – 129

Voolaid, H., Ganina, S. (2011). *Füüsika ülesannete kogumik*. Tartu: AS Atlex

Walraven, A., Brand-Greuel, S., Boshuizen, H.P.A. (2008). Information problem solving: A review of problems students encounter and instructional solutions. *Computers in Human Behavior*, 24, 623-648

The effect of compiling exercises by students on their results on the topic of electric current enacted in basic school physics syllabus

Eneli Vahar

Summary

The school has a big role in developing skills and literacy of science and technology in the modern world. In science lessons at school students are taught specific and integrated knowledge. At school today it is necessary to use student centered methods and to encourage them to think actively and contribute to their studies. The role of the teacher is to use different methods to motivate students and make sciences as subjects attractive and show the perspectives. The demand for specialists in this field is high in the labour market.

In the current paper the effect of compiling exercises by students on their results on the topic of electric current was researched. In addition, students gave feedback how they liked to compile the exercises and what they think about the method. The aim was to find answers to the research questions.

As the result of the research, it became evident that statistically there was no noticeable difference in study results in experimental and control group in spite of the fact that the results of pre- and concluding tests were substantially different. Therefore, the answer to the first research question, if there is difference in study results between experimental and control group, could generally be negative according to the current research.

When analysing the data, it was found that the results of pre- and concluding tests in both the experimental and control group are in high positive correlation. It means that in both groups the students who were successful in pre-tests, were more successful also in concluding tests.

It was also compared how the experience in compiling exercises influenced solving different types of exercises. The highest positive correlation ($r = 0,81$; $p \leq 0,05$) was in the experimental group's results of calculation exercises in the pre- and concluding tests. In both groups the results of calculation exercises in the pre- and concluding tests were highly correlated ($r = 0,73$; $p \leq 0,05$). Accordingly, it can be claimed (as the answer to the third research question, what is the effect of compiling exercises on gaining the results required in the physics curriculum) that compiling calculation exercises had the effect on study results, because there was no similar correlation in results of pre- and concluding tests in the control

group.

As for the second research question, how much compiling exercises as a method in active learning motivates students to study physics, it can be concluded that the method of compiling exercises by students motivated them to study physics. Most of the students' feedback was positive. It was brought out that the method makes students focus on the topic more, the process of solving will be more planned, independent study helps to understand the topic better, the method provides variety and is fascinating.

Based on the results described above, it can be said that the aim of the paper was achieved.

LISAD

Lisa 1. Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks.

Mina, Eneli Vahar

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

Õpilaste koostatud ülesannete mõju põhikooli füüsika ainekavas nimetatud õpitulemuste saavutamisele elektrivoolu teema näitel,

mille juhendaja on Svetlana Ganina,

1.1.reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus, **03.06.2015**

Lisa 2. Eeltest. Füüsika 9.klass

Elektrivool ja vooluring

Nimi.....Klass:

Elektrivool

1. Juhis võib tekkida elektrivool. Miks mittejuhis ei saa tekkida elektrivoolu?(2p)

2. Tõmba ring ümber õige vastuse järjenumbrile. (1p)

Elektrolüütide vesilahustes on vabadeks laengukandjateks

- elektrolüüdi molekulid;
- elektronid;
- elektrolüüdi lahustumisel tekkinud ioonid;
- vee molekulid.

3. Tõmba ring ümber õige vastuse järjenumbrile. (1p)

Metallides on vabadeks laengukandjateks

- 1) positiivsed ioonid;
- 2) kõik elektronid;
- 3) positiivsete ionidega mitteseotud elektronid;
- 4) negatiivsed ioonid.

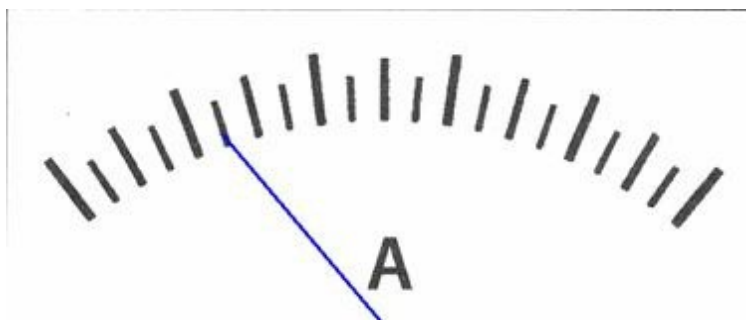
4.Jätka lauset. (2p)

Voolutugevus...

- a) on võrdeline juhi takistusega
- b) on pöördvõrdeline rakendatud pingega
- c) on pöördvõrdeline juhi takistusega
- d) on võrdeline rakendatud pingega

5. Taskulambipirnis on voolutugevus 200 mA. Kui suur elektrilaeng läbib taskulambipirni 2 minuti jooksul? (6p)

6. Joonisel 1 kujutatud ampermeetri mõõtepiirkond on 0 - 5A. Kui suur on selle ampermeetri skaala jaotise väärtus ja ampermeetriga mõõdetud voolutugevus ? (2p)



Joonis 1

7. Mis eristab voolu soojuslikku toimet voolu keemilisest toimest? (2p)

8. Kirjuta elektrivoolu toimete ja esinemise kohta toodud näidete juurde sobivad numbrid: 1) elektrivool metallis, 2) elektrivool ioone sisaldavas lahuses, 3) juht soojeneb elektrivoolu toimel, 4) elektrivooluga juht avaldab magnetilist mõju, 5) elektrivool avaldab keemilist toimet (6p)

- a) triikimine ja juuste sirgendamine
..... b) kõrgepingeliinide kaudu elektrivoolu edastamine Narvast Pärnusse
..... c) lusikate hõbetamine
..... d) pesumasina töötamine

..... e) plastjoonlaua hõõrumine paberiga, joonlaud hakkab kergeid esemeid enda külge tõmbama

..... f) inimene võib saada elektrilöögi kui vooluvõrgus olev föön vanni kukub

Vooluring

9. Võrdle elektritakistust ja eritakistust – too välja 1 erinevus ja 1 sarnasus. (2p)

.....

10. Jätka lauset. Pinge suurendamisel...(1p)

- a) takistus väheneb
- b) takistus suureneb
- c) voolutugevus väheneb
- d) voolutugevus suureneb

11. Jätka lauset. Elektritakistuse suurendamisel...(1p)

- a) pinge juhi otstel suureneb
- b) pinge juhi otstel väheneb
- c) voolutugevus suureneb
- d) voolutugevus väheneb

12. Leia õige variant. (1p) Üks volt on võrdne:

$$1 \text{ V} = 1 \text{ C/1 s}; \quad 1 \text{ V} = 1 \text{ C/1 J}; \quad 1 \text{ V} = 2 \text{ J/2 s}; \quad 1 \text{ V} = 3 \text{ J/3 C}; \quad 1 \text{ V} = 1 \text{ A/1 } \Omega$$

13. Teisenda:(5p)

$$0,005 \text{ V} = \dots\dots\dots \text{ mV} \quad 3\,000\,000 \text{ V} = \dots\dots\dots \text{ kV} \quad 2,5 \cdot 10^9 \text{ V} = \dots\dots\dots$$
$$\text{ kV} \quad 150 \text{ mV} = \dots\dots\dots \text{ V} \quad 3 \text{ V} = \dots\dots\dots \mu\text{V}$$

14. Leia õige variant. (1p) Üks amper on võrdne:

$$1 \text{ A} = 1 \text{ C/1 s}; \quad 1 \text{ A} = 1 \text{ C/1 J}; \quad 1 \text{ A} = 2 \text{ J/2 s}; \quad 1 \text{ A} = 3 \text{ V/1,5 } \Omega; \quad 1 \text{ A} = 1 \text{ J/1 V}$$

15. Lahenda ülesanne. Kui suur on voolutugevus elektripliidi küttekehas, kui pinge pliidi klemmidel on 220 V ja küttekeha takistus tööolukorras on 48 Ω ?(4p)

16. Lahenda ülesanne. Voolutugevus valgusti lambis on 0,27 A. Valgusti on ühendatud elektrivõrku, mille pinge on 220 V. Kui suur on töötava lambi hõõgniidi takistus?(4p)

17. Kaks traatspiraali takistustega 4 Ω ja 8 Ω on ühendatud jadamisi akuga, mille pinge klemmidel on 12 V. Kui suur on voolutugevus traatspiraalides ja pinge kummagi traatspiraali otstel?(7p)

18. Vooluringi on ühendatud rööbiti kaks juhti takistusega 10 Ω ja 5 Ω . Pinge vooluallika klemmidel on 12 V. Kui suur on kogutakistus ja voolutugevus kummaski juhis?(6p)

19. Moodusta sobivad paarid (3p):

- | | |
|--|---------------------------------------|
| a) Voolutugevuse mõõtmiseks on vaja... | 1) elektrooskoopi |
| b) Pinge mõõtmiseks on vaja... | 2) ampermeetrit |
| c) Takistuse mõõtmiseks on vaja... | 3) voltmeetrit |
| | 4) ampermeetrit ja voltmeetrit |
| | 5) ampermeetrit, voltmeetrit ja kella |

Lisa 3. Õpitulemused teemal elektrivool ja vooluring riiklikus õppekavas

Õpilane:

- loetleb mõistete, elektrivool, vabad laengukandjad, elektrijuht ja isolaator, olulisi tunnuseid;
 - nimetab nähtuste, elektrivool metallis ja elektrivool ioone sisaldavas lahuses, olulisi tunnuseid, selgitab seost teiste nähtustega ja kasutamist praktikas;
 - selgitab mõiste voolutugevus tähendust, nimetab voolutugevuse mõõtühiku ning selgitab ampermeetri otstarvet ja kasutamise reegleid;
 - selgitab seoseid, et juht soojeneb elektrivoolu toimel; elektrivooluga juht avaldab magnetilist mõju, elektrivool avaldab keemilist toimet ja selgitab seost teiste nähtustega ja kasutamist praktikas;
 - selgitab füüsikaliste suuruste pinget, elektritakistuse ja eritakistuse tähendust ning mõõtmisviisi, teab kasutatavaid mõõtühikuid;
 - selgitab mõiste vooluring olulisi tunnuseid;
 - põhjendab seoseid, et:
 - a) voolutugevus on võrdeline pingega (Ohmi seadus) $I = U/R$;
 - b) jadamisi ühendatud juhtides on voolutugevus ühesuurune $I = I_1 = I_2 = \dots$ ja ahela kogupinge on üksikjuhtide otstel olevate pingete summa $U = U_1 + U_2$;
 - c) rööbiti ühendatud juhtide otstel on pinge ühesuurune $U = U_1 = U_2 = \dots$ ja ahela kogu voolutugevus on üksikjuhte läbivate voolutugevuste summa $I = I_1 + I_2$;
 - juhi takistus $R = \rho l/S$,
 - kasutab eelnevaid seoseid probleemide lahendamisel;
 - selgitab voltmeetri otstarvet ja kasutamise reegleid;
 - selgitab takisti kasutamise otstarvet ja ohutusnõudeid ning toob näiteid takistite kasutamise kohta;
 - selgitab elektritarviti kasutamise otstarvet ja ohutusnõudeid ning toob näiteid elektritarvitite kasutamise kohta;
- leiab jada- ja rööpühenduse korral vooluringi osal pinget, voolutugevuse ja takistuse;
- viib läbi eksperimendi, mõõtes otseselt voolutugevust ja pinget, arvutab takistust, töötleb katseandmeid ning teeb järeldusi voolutugevuse ja pinget vahelise seose kohta (PRÕK, 2011).

Lisa 4. Eeltesti kirjeldavad statistikud.

Eeltesti kirjeldavad Statistikud	Ül 1 eel	Ül 2 eel	Ül 3 eel	Ül 4 eel	Ül 5 eel	Ül 6 eel	Ül 7 eel	Ül 8 eel	Ül 9 eel	Ül 10 eel	Ül 11 eel	Ül 12 eel	Ül 13 eel	Ül 14 eel	Ül 15 eel	Ül 16 eel	Ül 17 eel	Ül 18 eel	Ül 19 eel	eeltesti punkte Kokku
Keskmine	0,72	0,55	0,2	0,87	2,38	1,47	0,54	3,38	0,34	0,67	0,34	0,2	2,52	0,38	2,47	2,35	1,24	1,32	1,99	23,51
Keskm koost	0,78	0,54	0,2	0,8	2,92	1,36	0,36	3,48	0,38	0,66	0,4	0,2	2,4	0,36	2,76	2,68	1,26	1,44	1,72	24,7
Keskm lahend	0,67	0,57	0,2	0,93	1,93	1,57	0,68	3,3	0,3	0,68	0,28	0,2	2,63	0,41	2,2	2,04	1,22	1,22	2,22	22,52
SD	0,88	0,5	0,4	0,72	1,71	0,81	0,71	1,41	0,6	0,41	0,41	0,4	1,54	0,53	1,74	1,82	1,57	1,67	1,05	10,23
SD koost	0,96	0,5	0,41	0,76	1,81	0,86	0,59	1,5	0,55	0,4	0,41	0,41	1,44	0,49	1,74	1,77	1,13	1,69	1,17	9,54
SD lahend	0,81	0,5	0,41	0,69	1,51	0,77	0,77	1,34	0,65	0,43	0,41	0,41	1,65	0,57	1,73	1,85	1,88	1,67	0,89	10,84
Mood	0	1	0	1	3	2	0	4	0	1	0	0	2	0	4	4	0	0	3	20
Mood koost	0	1	0	0	3	2	0	4	0	1	0	0	2	0	4	4	1	0	3	11
Mood lahend	0	1	0	1	0	2	0	3	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	3	19
Mediaan	0	1	0	1	3	2	0	4	0	1	0	0	2	0	3,5	3,5	1	0	2	21
Mediaan koost	0	1	0	1	3	2	0	4	0	1	0,5	0	2	0	4	4	1	1,5	2	25,5
Mediaan lahend	0	1	0	1	2	2	0,5	3	0	1	0	0	3	0	3	2,5	0,75	0	2	20
Max koost	2	1	1	2	6	2	2	6	2	1	1	1	5	1	4	4	4	6	3	41
Min koost	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
Varampl koost	2	1	1	2	6	2	2	5	2	1	1	1	5	1	4	4	4	6	3	32
Max lahend	2	1	1	2	5	2	2	6	2	1	1	1	5	2	4	4	7	6	3	48,5
Min lahend	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
Varampl lahend	2	1	1	2	5	2	2	6	2	1	1	1	5	2	4	4	7	6	3	40,5
Varkoef koost	1,23	0,92	2,04	0,95	0,62	0,63	1,63	0,43	1,44	0,61	1,02	2,04	0,6	1,36	0,63	0,66	0,9	1,17	0,68	0,39
Varkoef lahend	1,22	0,89	2,03	0,74	0,78	0,49	1,13	0,41	2,17	0,62	1,44	2,03	0,63	1,4	0,78	0,91	1,54	1,37	0,4	0,48
Skew	0,6	-0,23	1,54	0,2	0,1	-1,09	0,97	-0,43	1,73	-0,73	0,68	1,54	-0,03	0,9	-0,57	-0,38	1,97	1,2	-0,61	0,56
Skew koost	0,5	-0,17	1,6	0,37	-0,33	-0,81	1,44	-0,2	1,36	-0,67	0,4	1,6	0,13	0,62	-0,89	-0,74	0,75	1,1	-0,24	-0,05
Skew lahend	0,71	-0,28	1,58	0,09	0,32	-1,43	0,66	-0,78	2,02	-0,81	0,99	1,58	-0,18	1,05	-0,35	-0,1	2,1	1,36	-0,87	1,01
Kurt	-1,45	-2	0,39	-1,02	-0,77	-0,57	-0,41	0,28	2,03	-1,12	-1,16	0,39	-0,88	-0,35	-1,52	-1,77	4,41	0,86	-0,89	-0,33
Kurt koost	-1,82	-2,1	0,59	-1,14	-0,42	-1,16	1,13	-0,39	1,48	-1,08	-1,37	0,59	-0,55	-1,76	-1,11	-1,4	-0,02	0,93	-1,45	-1,26

Lisa 5. Järeld testi kirjeldavad statistikud

Järeld testi kirjeldavad statistikud	Ül 1 järel	Ül 2 järel	Ül 3 järel	Ül 4 järel	Ül 5 järel	Ül 6 järel	Ül 7 järel	Ül 8 järel	Ül 9 järel	Ül 10 järel	Ül 11 järel	Ül 12 järel	Ül 13 järel	Ül 14 järel	Ül 15 järel	Ül 16 järel	Ül 17 järel	Ül 18 järel	Ül 19 järel	järeld testi Punktid kokku
Keskm	1,13	0,56	0,15	1,02	3,44	1,62	0,75	3,42	0,65	0,58	0,41	0,44	2,91	0,55	3,19	3,33	2,54	2,79	2,35	31,79
Keskm koost	1,1	0,56	0,16	1	3,72	1,6	0,84	3,4	0,66	0,46	0,46	0,4	2,96	0,68	3,34	3,48	2,5	2,8	2,44	32,56
Keskm lahend	1,15	0,57	0,13	1,03	3,2	1,63	0,67	3,43	0,63	0,68	0,37	0,47	2,87	0,43	3,07	3,2	2,57	2,78	2,27	31,15
SD	0,9	0,5	0,36	0,71	2,09	0,68	0,79	1,03	0,83	0,44	0,43	0,5	1,52	0,5	1,52	1,43	2,32	2,1	0,91	11,4
SD koost	0,92	0,51	0,37	0,71	2,08	0,71	0,8	1	0,8	0,45	0,41	0,5	1,79	0,48	1,45	1,16	2,45	2,02	0,92	10,53
SD lahend	0,9	0,5	0,35	0,72	2,1	0,67	0,78	1,07	0,86	0,4	0,45	0,51	1,28	0,5	1,59	1,63	2,24	2,2	0,91	12,22
Mood	2	1	0	1	4	2	0	4	0	1	0	0	3	1	4	4	0	0	3	20
Mood koost	2	1	0	1	4	2	0	4	0	0	0	0	5	1	4	4	0	0	3	38
Mood lahend	2	1	0	1	4	2	0	4	0	1	0	0	3	0	4	4	1	0	3	20
Mediaan	1,5	1	0	1	4	2	0,5	4	0	0,5	0,5	0	3	1	4	4	2	3	3	33,5
Med koost	1,5	1	0	1	4	2	1	4	0,5	0,5	0,5	0	3	1	4	4	2	3	3	31,5
Med lahend	1,25	1	0	1	4	2	0,5	4	0	1	0	0	3	0	4	4	2	3	2,5	33,75
Max koost	2	1	1	2	6	2	2	6	2	1	1	1	5	1	4	4	7	6	3	50
Min koost	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11,5
Varsampl koost	2	1	1	2	6	2	2	5	2	1	1	1	5	1	4	4	7	6	3	38,5
Max lahend	2	1	1	2	6	2	2	5	2	1	1	1	5	1	4	4	7	6	3	52
Min lahend	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	6
Varampl lahend	2	1	1	2	6	2	2	4	2	1	1	1	4	1	4	4	7	6	3	46
Varkoef koost	0,84	0,9	2,34	0,71	0,56	0,44	0,95	0,29	1,21	0,99	0,88	1,25	0,6	0,7	0,43	0,33	0,98	0,72	0,38	0,32
Varkoef lahend	0,78	0,89	2,59	0,7	0,66	0,41	1,17	0,31	1,36	0,59	1,24	1,09	0,45	1,16	0,52	0,51	0,87	0,79	0,4	0,39
Skew	-0,28	-0,26	2,07	-0,03	-0,55	-1,55	0,61	-0,51	0,79	-0,33	0,37	0,26	-0,17	-0,19	-1,5	-1,87	0,76	-0,04	-1,22	-0,34
Skew koost	-0,23	-0,26	1,98	0	-0,8	-1,54	0,37	-0,11	0,82	0,17	0,15	0,43	-0,36	-0,82	-1,92	-2,48	0,84	-0,26	-1,4	-0,29
Skew lahend	-0,33	-0,28	2,27	-0,05	-0,4	-1,64	0,86	-0,8	0,82	-0,79	0,58	0,14	0,16	0,28	-1,29	-1,58	0,73	0,11	-1,17	-0,34
Kurt	-1,77	-2	2,36	-0,94	-0,96	1,01	-1,16	0,45	-1,09	-1,64	-1,57	-2	-0,98	-2,04	0,41	1,77	-0,68	-1,3	0,49	-0,5
Kurt koost	-1,91	-2,11	2,06	-0,85	-0,58	1	-1,38	1,52	-0,94	-1,84	-1,45	-1,98	-1,24	-1,45	1,96	5,47	-0,71	-1,35	0,71	-0,62
Kurt lahend	-1,74	-2,06	3,39	-0,95	-1,08	1,45	-0,82	0,09	-1,17	-0,98	-1,58	-2,13	-0,87	-2,06	-0,19	0,53	-0,56	-1,31	0,73	-0,48

Lisa 6. Kirjeldavad statistikud ülesandetüüpide kaupa

Statistikud	Keskm	Keskm koost	Keskm lahend	SD	SD koost	SD lahend	Mood	Mood koost	Mood lahend	Mediaan	Mediaan koost	Mediaan lahend	Max	Min	Varamplituud	Max koostaja	Min koostaja	Varampl koost	Max lahend	Min lahend	Varampl lahend
Ül 1 eel	0,72	0,78	0,67	0,88	0,96	0,81	0	0	0	0	0	0	2	0	2	2	0	2	2	0	2
Ül 7 eel	0,54	0,36	0,68	0,71	0,59	0,77	0	0	0	0	0	0,5	2	0	2	2	0	2	2	0	2
Ül 9 eel	0,34	0,38	0,3	0,6	0,55	0,65	0	0	0	0	0	0	2	0	2	2	0	2	2	0	2
Põhjend eel	1,59	1,52	1,65	1,58	1,4	1,73	0	0	0	1	1	1,25	6	0	6	5	0	5	6	0	6
Ül 1 järel	1,13	1,1	1,15	0,9	0,92	0,9	2	2	2	1,5	1,5	1,25	2	0	2	2	0	2	2	0	2
Ül 7 järel	0,75	0,84	0,67	0,79	0,8	0,78	0	0	0	0,5	1	0,5	2	0	2	2	0	2	2	0	2
Ül 9 järel	0,65	0,66	0,63	0,83	0,8	0,86	0	0	0	0	0,5	0	2	0	2	2	0	2	2	0	2
Põhjend järel	2,52	2,6	2,45	1,75	1,59	1,9	0	4	2	2,5	3	2	6	0	6	5	0	5	6	0	6
Ül 2 eel	0,55	0,56	0,56	0,57	0,58	0,59	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1
Ül 3 eel	0,2	0,2	0,2	0,4	0,41	0,41	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1
Ül 4 eel	0,87	0,8	0,93	0,72	0,76	0,69	1	0	1	1	1	1	2	0	2	2	0	2	2	0	2
Ül 8 eel	3,38	3,48	3,3	1,41	1,5	1,34	4	4	3	4	4	3	6	0	6	6	1	5	6	0	6
Ül 10 eel	0,67	0,66	0,68	0,41	0,4	0,43	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1
Ül 11 eel	0,34	0,4	0,28	0,41	0,41	0,41	0	0	0	0	0,5	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1
Ül 19 eel	1,99	1,72	2,22	1,05	1,17	0,89	3	3	3	2	2	2	3	0	3	3	0	3	3	0	3
Valikvast eel	8,01	7,8	8,18	2,12	1,86	2,33	7	7	9	8	8	9	12	3	9	11,5	4,5	7	12	3	9
Ül 2 järel	0,56	0,56	0,57	0,5	0,51	0,5	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1
Ül 3 järel	0,15	0,16	0,13	0,36	0,37	0,35	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1
Ül 4 järel	1,02	1	1,03	0,71	0,71	0,72	1	1	1	1	1	1	2	0	2	2	0	2	2	0	2
Ül 8 järel	3,42	3,4	3,43	1,03	1	1,07	4	4	4	4	4	4	6	1	5	6	1	5	5	1	4
Ül 10 järel	0,58	0,46	0,68	0,44	0,45	0,4	1	0	1	0,5	0,5	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1
Ül 11 järel	0,41	0,46	0,37	0,43	0,41	0,45	0	0	0	0,5	0,5	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1
Ül 19 järel	2,35	2,44	2,27	0,91	0,92	0,91	3	3	3	3	3	2,5	3	0	3	3	0	3	3	0	3
Valikvast järel	8,48	8,48	8,48	2,24	2,23	2,28	8	8	11	8,5	8	8,75	14,5	2,5	12	14,5	2,5	12	12	4	8
Ül 15 eel	2,52	2,76	2,32	1,72	1,74	1,7	4	4	0	3,5	4	3	4	0	4	4	0	4	4	0	4
Ül 16 eel	2,33	2,68	2,03	1,82	1,77	1,83	4	4	0	3,5	4	2,25	4	0	4	4	0	4	4	0	4
Ül 17 eel	1,24	1,26	1,22	1,57	1,13	1,88	0	1	0	1	1	0,75	7	0	7	4	0	4	7	0	7
Ül 18 eel	1,32	1,44	1,22	1,67	1,69	1,67	0	0	0	0	1,5	0	6	0	6	6	0	6	6	0	6
Arvutus eel	7,4	8,14	6,78	5,6	4,93	6,11	0	0	0	8	9	6,5	20,5	0	20,5	15,5	0	15,5	20,5	0	20,5
Ül 15 järel	3,19	3,34	3,07	1,52	1,45	1,59	4	4	4	4	4	4	4	0	4	4	0	4	4	0	4
Ül 16 järel	3,33	3,48	3,2	1,43	1,16	1,63	4	4	4	4	4	4	4	0	4	4	0	4	4	0	4
Ül 17 järel	2,54	2,5	2,57	2,32	2,45	2,24	0	0	1	2	2	2	7	0	7	7	0	7	7	0	7
Ül 18 järel	2,79	2,8	2,78	2,1	2,02	2,2	0	0	0	3	3	3	6	0	6	6	0	6	6	0	6
Arvutus järel	11,85	12,12	11,62	6,06	5,75	6,4	13	13	15	13	13	13	21	0	21	20	0	20	21	0	21
Ül 12 eel	0,2	0,2	0,2	0,4	0,41	0,41	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1
Ül 14 eel	0,38	0,36	0,4	0,53	0,49	0,56	0	0	0	0	0	0	2	0	2	1	0	1	2	0	2
Mõõdühik eel	0,58	0,56	0,6	0,79	0,77	0,81	0	0	0	0	0	0	2	0	2	2	0	2	2	0	2
Ül 12 järel	0,44	0,4	0,47	0,5	0,5	0,51	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1
Ül 14 järel	0,55	0,68	0,43	0,5	0,48	0,5	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1
Mõõdühik järel	0,98	1,08	0,9	0,87	0,81	0,92	0	1	0	1	1	1	2	0	2	2	0	2	2	0	2
Ül 5 eel	2,38	2,92	1,93	1,71	1,81	1,51	3	3	0	3	3	2	6	0	6	6	0	6	5	0	5

Statistikud	Varkoefits	Varkoefkoost	Varkoeflahend	Skew	Skew koost	Skew lahend	Kurt	Kurt koost	Kurt lahend
Ül 1 eel	1,22	1,23	1,22	0,6	0,5	0,71	-1,45	-1,82	-1,13
Ül 7 eel	1,32	1,63	1,13	0,97	1,44	0,66	-0,41	1,13	-1,05
Ül 9 eel	1,79	1,44	2,17	1,73	1,36	2,02	2,03	1,48	2,79
Põhjend eel	0,99	0,92	1,05	1,04	0,76	1,14	0,56	0,06	0,6
Ül 1 järel	0,8	0,84	0,78	-0,28	-0,23	-0,33	-1,77	-1,91	-1,74
Ül 7 järel	1,06	0,95	1,17	0,61	0,37	0,86	-1,16	-1,38	-0,82
Ül 9 järel	1,28	1,21	1,36	0,79	0,82	0,82	-1,09	-0,94	-1,17
Põhjend järel	0,7	0,61	0,78	0,24	-0,32	0,55	-0,83	-0,98	-0,71
Ül 2 eel	1,02	1,02	1,06	-0,23	-0,17	-0,28	-2	-2,1	-2,06
Ül 3 eel	2,02	2,04	2,03	1,54	1,6	1,58	0,39	0,59	0,53
Ül 4 eel	0,83	0,95	0,74	0,2	0,37	0,09	-1,02	-1,14	-0,77
Ül 8 eel	0,42	0,43	0,41	-0,43	-0,2	-0,78	0,28	-0,39	1,25
Ül 10 eel	0,61	0,61	0,62	-0,73	-0,67	-0,81	-1,12	-1,08	-1,11
Ül 11 eel	1,22	1,02	1,44	0,68	0,4	0,99	-1,16	-1,37	-0,73
Ül 19 eel	0,53	0,68	0,4	-0,61	-0,24	-0,87	-0,89	-1,45	-0,13
Valikvast eel	0,26	0,24	0,28	-0,16	0,15	-0,38	-0,57	-0,6	-0,51
Ül 2 järel	0,89	0,9	0,89	-0,26	-0,26	-0,28	-2	-2,11	-2,06
Ül 3 järel	2,45	2,34	2,59	2,07	1,98	2,27	2,36	2,06	3,39
Ül 4 järel	0,69	0,71	0,7	-0,03	0	-0,05	-0,94	-0,85	-0,95
Ül 8 järel	0,3	0,29	0,31	-0,51	-0,11	-0,8	0,45	1,52	0,09
Ül 10 järel	0,75	0,99	0,59	-0,33	0,17	-0,79	-1,64	-1,84	-0,98
Ül 11 järel	1,05	0,88	1,24	0,37	0,15	0,58	-1,57	-1,45	-1,58
Ül 19 järel	0,39	0,38	0,4	-1,22	-1,4	-1,17	0,49	0,71	0,73
Valikvast järel	0,26	0,26	0,27	-0,18	0,03	-0,35	0,42	2,95	-1,12
Ül 15 eel	0,68	0,63	0,73	-0,62	-0,89	-0,46	-1,43	-1,11	-1,59
Ül 16 eel	0,78	0,66	0,9	-0,36	-0,74	-0,09	-1,77	-1,4	-1,93
Ül 17 eel	1,27	0,9	1,54	1,97	0,75	2,1	4,41	-0,02	3,97
Ül 18 eel	1,27	1,17	1,37	1,2	1,1	1,36	0,86	0,93	1,28
Arvutus eel	0,76	0,61	0,9	0,14	-0,48	0,52	-1,03	-0,99	-0,84
Ül 15 järel	0,48	0,43	0,52	-1,5	-1,92	-1,29	0,41	1,96	-0,19
Ül 16 järel	0,43	0,33	0,51	-1,87	-2,48	-1,58	1,77	5,47	0,53
Ül 17 järel	0,91	0,98	0,87	0,76	0,84	0,73	-0,68	-0,71	-0,56
Ül 18 järel	0,75	0,72	0,79	-0,04	-0,26	0,11	-1,3	-1,35	-1,31
Arvutus järel	0,51	0,47	0,55	-0,67	-0,81	-0,59	-0,28	0,19	-0,44
Ül 12 eel	2,02	2,04	2,03	1,54	1,6	1,58	0,39	0,59	0,53
Ül 14 eel	1,38	1,36	1,41	0,89	0,62	1,04	-0,38	-1,76	0,18
Mõõtühik eel	1,35	1,37	1,36	0,91	0,98	0,89	-0,76	-0,51	-0,87
Ül 12 järel	1,15	1,25	1,09	0,26	0,43	0,14	-2	-1,98	-2,13
Ül 14 järel	0,92	0,7	1,16	-0,19	-0,82	0,28	-2,04	-1,45	-2,06
Mõõtühik järel	0,89	0,75	1,03	0,04	-0,15	0,21	-1,7	-1,45	-1,86
Ül 5 eel	0,72	0,62	0,78	0,1	-0,33	0,32	-0,77	-0,42	-0,69
Ül 13 eel	0,6	0,6	0,6	-0,07	0,13	-0,24	-0,83	-0,55	-0,87
Teisendus eel	0,54	0,52	0,57	0,09	-0,18	0,31	-0,39	-0,18	-0,19
Ül 5 järel	0,61	0,56	0,66	-0,55	-0,8	-0,4	-0,96	-0,58	-1,08
Ül 13 järel	0,52	0,6	0,45	-0,17	-0,36	0,16	-0,98	-1,24	-0,87
Teisend järel	0,45	0,44	0,47	-0,08	-0,25	0,04	-1,03	-1,14	-0,82
Joonis eel	0,55	0,63	0,49	-1,09	-0,81	-1,43	-0,57	-1,16	0,35
Joonis järel	0,42	0,44	0,41	-1,55	-1,54	-1,64	1,01	1	1,45

Lisa 7. Tugev positiivne korrelatsioon tunnuste vahel

* $p \leq 0,05$

Tunnus 1	Tunnus 2	r^*
Ül 16 eeltest	Ül 15 eeltest	0,9
Arvutusülesannete eeltesti punktid kokku	Ül 15 eeltest	0,9
Arvutusülesannete eeltesti punktid kokku	Ül 16 eeltest	0,9
Ül 16 järeltest	Ül 15 järeltest	0,9
Arvutusülesannete järeltesti punktid kokku	Ül 18 järeltest	0,9
Mõõtühikute definitsioonid eeltesti punktid kokku	Ül 14 eeltest	0,9
Mõõtühikute definitsioonid järeltesti punktid kokku	Ül 12 järeltest	0,9
Mõõtühikute definitsioonid järeltesti punktid kokku	Ül 14 järeltest	0,9
Teisendusülesanded eeltesti punktid kokku	Ül 5 eeltest	0,9
Teisendusülesanded järeltesti punktid kokku	Ül 5 järeltest	0,9
Ülesannete koostamine	Klass	0,8
Põhjendusülesannete järeltesti punktid kokku	Ül 9 järeltest	0,8
Arvutusülesannete eeltesti punktid kokku	Ül 18 eeltest	0,8
Arvutusülesannete järeltesti punktid kokku	Ül 15 järeltest	0,8
Arvutusülesannete järeltesti punktid kokku	Ül 16 järeltest	0,8
Arvutusülesannete järeltesti punktid kokku	Ül 17 järeltest	0,8
Mõõtühikute definitsioonid eeltesti punktid kokku	Ül 12 eeltest	0,8
Teisendusülesanded eeltesti punktid kokku	Ül 13 eeltest	0,8
Põhjendusülesannete eeltesti punktid kokku	Ül 1 eeltest	0,7
Põhjendusülesannete eeltesti punktid kokku	Ül 7 eeltest	0,7
Põhjendusülesannete eeltesti punktid kokku	Ül 9 eeltest	0,7
Põhjendusülesannete järeltesti punktid kokku	Ül 1 järeltest	0,7
Valikvastustega ülesannete eeltesti punktid kokku	Ül 8 eeltest	0,7
Valikvastustega ülesannete järeltesti punktid kokku	Ül 8 järeltest	0,7
Arvutusülesannete eeltesti punktid kokku	Ül 17 eeltest	0,7
Ül 18 järeltest	Arvutusülesannete eeltesti punktid kokku	0,7
Arvutusülesannete järeltesti punktid kokku	Ül 15 eeltest	0,7
Arvutusülesannete järeltesti punktid kokku	Arvutusülesannete eeltesti punktid kokku	0,7
Mõõtühikute definitsioonid eeltesti punktid kokku	Põhjendusülesannete eeltesti punktid kokku	0,7
Teisendusülesanded järeltesti punktid kokku	Teisendusülesanded eeltesti punktid kokku	0,7
Teisendusülesanded järeltesti punktid kokku	Ül 13 järeltest	0,7
Skaala joonis järeltest	Skaala joonis eeltest	0,7

Lisa 8. Keskmise tugevusega positiivne korrelatsioon tunnuste vahel

* $p \leq 0,05$

Tunnus 1	Tunnus 2	r*
Ül 7 järeltest	Ül 7 eeltest	0,5
Ül 7 järeltest	Põhjendusülesannete eeltesti punktid kokku	0,5
Ül 9 järeltest	Ül 9 eeltest	0,6
Ül 9 järeltest	Põhjendusülesannete eeltesti punktid kokku	0,5
Põhjendusülesannete järeltesti punktid kokku	Ül 7 eeltest	0,5
Põhjendusülesannete järeltesti punktid kokku	Ül 9 eeltest	0,5
Põhjendusülesannete järeltesti punktid kokku	Põhjendusülesannete eeltesti punktid kokku	0,6
Põhjendusülesannete järeltesti punktid kokku	Ül 7 järeltest	0,6
Valikvastustega ülesannete eeltesti punktid kokku	Põhjendusülesannete eeltesti punktid kokku	0,5
Valikvastustega ülesannete eeltesti punktid kokku	Põhjendusülesannete järeltesti punktid kokku	0,5
Valikvastustega ülesannete eeltesti punktid kokku	Ül 2 eeltest	0,5
Valikvastustega ülesannete eeltesti punktid kokku	Ül 19 eeltest	0,5
Ül 8 järeltest	Ül 1 järeltest	0,5
Ül 8 järeltest	Ül 8 eeltest	0,6
Ül 8 järeltest	Valikvastustega ülesannete eeltesti punktid kokku	0,5
Ül 10 järeltest	Ül 10 eeltest	0,5
Valikvastustega ülesannete järeltesti punktid kokku	Ül 8 eeltest	0,5
Valikvastustega ülesannete järeltesti punktid kokku	Valikvastustega ülesannete eeltesti punktid kokku	0,6
Valikvastustega ülesannete järeltesti punktid kokku	Ül 4 järeltest	0,6
Valikvastustega ülesannete järeltesti punktid kokku	Ül 19 järeltest	0,6
Ül 15 eeltest	Põhjendusülesannete järeltesti punktid kokku	0,5
Ül 15 eeltest	Ül 7 järeltest	0,5
Ül 16 eeltest	Põhjendusülesannete järeltesti punktid kokku	0,5
Ül 17 eeltest	Põhjendusülesannete eeltesti punktid kokku	0,5
Ül 18 eeltest	Põhjendusülesannete eeltesti punktid kokku	0,6
Ül 18 eeltest	Ül 7 järeltest	0,5
Ül 18 eeltest	Põhjendusülesannete järeltesti punktid kokku	0,5
Ül 18 eeltest	Ül 15 eeltest	0,6
Ül 18 eeltest	Ül 16 eeltest	0,6
Ül 18 eeltest	Ül 17 eeltest	0,6
Arvutusülesannete eeltesti punktid kokku	Ül 9 eeltest	0,5
Arvutusülesannete eeltesti punktid kokku	Põhjendusülesannete eeltesti punktid kokku	0,5
Arvutusülesannete eeltesti punktid kokku	Ül 7 järeltest	0,5
Arvutusülesannete eeltesti punktid kokku	Ül 9 järeltest	0,5
Arvutusülesannete eeltesti punktid kokku	Põhjendusülesannete järeltesti punktid kokku	0,5

ÜI 15 järeltest	Põhjendusülesannete järeltesti punktid kokku	0,5
ÜI 15 järeltest	Valikvastustega ülesannete järeltesti punktid kokku	0,5
ÜI 15 järeltest	ÜI 15 eeltest	0,6
ÜI 15 järeltest	ÜI 16 eeltest	0,5
ÜI 15 järeltest	Arvutusülesannete eeltesti punktid kokku	0,6
ÜI 16 järeltest	ÜI 15 eeltest	0,6
ÜI 16 järeltest	ÜI 16 eeltest	0,5
ÜI 16 järeltest	Arvutusülesannete eeltesti punktid kokku	0,5
ÜI 17 järeltest	ÜI 7 järeltest	0,5
ÜI 17 järeltest	Põhjendusülesannete järeltesti punktid kokku	0,5
ÜI 17 järeltest	ÜI 15 eeltest	0,5
ÜI 17 järeltest	ÜI 16 eeltest	0,5
ÜI 17 järeltest	ÜI 17 eeltest	0,5
ÜI 17 järeltest	ÜI 18 eeltest	0,6
ÜI 17 järeltest	Arvutusülesannete eeltesti punktid kokku	0,6
ÜI 17 järeltest	ÜI 15 järeltest	0,5
ÜI 18 järeltest	ÜI 9 eeltest	0,5
ÜI 18 järeltest	ÜI 9 järeltest	0,6
ÜI 18 järeltest	Põhjendusülesannete järeltesti punktid kokku	0,6
ÜI 18 järeltest	ÜI 19 järeltest	0,5
ÜI 18 järeltest	Valikvastustega ülesannete järeltesti punktid kokku	0,5
ÜI 18 järeltest	ÜI 15 eeltest	0,6
ÜI 18 järeltest	ÜI 16 eeltest	0,6
ÜI 18 järeltest	ÜI 17 eeltest	0,5
ÜI 18 järeltest	ÜI 18 eeltest	0,5
ÜI 18 järeltest	ÜI 15 järeltest	0,6
ÜI 18 järeltest	ÜI 16 järeltest	0,6
ÜI 18 järeltest	ÜI 17 järeltest	0,6
Arvutusülesannete järeltesti punktid kokku	ÜI 7 järeltest	0,5
Arvutusülesannete järeltesti punktid kokku	ÜI 9 järeltest	0,5
Arvutusülesannete järeltesti punktid kokku	Põhjendusülesannete järeltesti punktid kokku	0,6
Arvutusülesannete järeltesti punktid kokku	ÜI 19 järeltest	0,5
Arvutusülesannete järeltesti punktid kokku	Valikvastustega ülesannete järeltesti punktid kokku	0,5
Arvutusülesannete järeltesti punktid kokku	ÜI 16 eeltest	0,6
Arvutusülesannete järeltesti punktid kokku	ÜI 17 eeltest	0,5
Arvutusülesannete järeltesti punktid kokku	ÜI 18 eeltest	0,6
ÜI 12 eeltest	ÜI 1 eeltest	0,5
ÜI 12 eeltest	ÜI 9 eeltest	0,5
ÜI 12 eeltest	Põhjendusülesannete eeltesti punktid kokku	0,5
ÜI 14 eeltest	ÜI 1 eeltest	0,6
ÜI 14 eeltest	Põhjendusülesannete eeltesti punktid kokku	0,6

Ül 14 eeltest	Valikvastustega ülesannete eeltesti punktid kokku	0,5
Mõõtühikute definitsioonid eeltesti punktid kokku	Ül 1 eeltest	0,6
Mõõtühikute definitsioonid eeltesti punktid kokku	Ül 9 eeltest	0,5
Mõõtühikute definitsioonid eeltesti punktid kokku	Valikvastustega ülesannete eeltesti punktid kokku	0,5
Ül 12 järeltest	Ül 1 eeltest	0,5
Ül 12 järeltest	Ül 12 eeltest	0,5
Ül 12 järeltest	Mõõtühikute definitsioonid eeltesti punktid kokku	0,5
Ül 14 järeltest	Ül 12 järeltest	0,5
Mõõtühikute definitsioonid järeltesti punktid kokku	Mõõtühikute definitsioonid eeltesti punktid kokku	0,5
Ül 5 eeltest	Ül 15 eeltest	0,5
Ül 5 eeltest	Ül 16 eeltest	0,5
Ül 5 eeltest	Ül 18 eeltest	0,5
Ül 5 eeltest	Arvutusülesannete eeltesti punktid kokku	0,6
Ül 5 eeltest	Ül 18 järeltest	0,5
Ül 5 eeltest	Arvutusülesannete järeltesti punktid kokku	0,5
Ül 5 eeltest	Mõõtühikute definitsioonid järeltesti punktid kokku	0,5
Ül 13 eeltest	Ül 9 eeltest	0,5
Ül 13 eeltest	Ül 14 järeltest	0,5
Ül 13 eeltest	Mõõtühikute definitsioonid järeltesti punktid kokku	0,5
Teisendusülesanded eeltesti punktid kokku	Ül 9 eeltest	0,5
Teisendusülesanded eeltesti punktid kokku	Põhjendusülesannete eeltesti punktid kokku	0,5
Teisendusülesanded eeltesti punktid kokku	Ül 9 järeltest	0,5
Teisendusülesanded eeltesti punktid kokku	Põhjendusülesannete järeltesti punktid kokku	0,5
Teisendusülesanded eeltesti punktid kokku	Arvutusülesannete eeltesti punktid kokku	0,5
Teisendusülesanded eeltesti punktid kokku	Ül 18 järeltest	0,6
Teisendusülesanded eeltesti punktid kokku	Arvutusülesannete järeltesti punktid kokku	0,5
Teisendusülesanded eeltesti punktid kokku	Ül 12 eeltest	0,5
Teisendusülesanded eeltesti punktid kokku	Ül 12 järeltest	0,5
Teisendusülesanded eeltesti punktid kokku	Ül 14 järeltest	0,5
Teisendusülesanded eeltesti punktid kokku	Mõõtühikute definitsioonid järeltesti punktid kokku	0,6
Ül 5 järeltest	Ül 15 eeltest	0,5
Ül 5 järeltest	Ül 18 eeltest	0,5
Ül 5 järeltest	Arvutusülesannete eeltesti punktid kokku	0,5
Ül 5 järeltest	Ül 15 järeltest	0,5
Ül 5 järeltest	Ül 16 järeltest	0,5
Ül 5 järeltest	Ül 18 järeltest	0,5
Ül 5 järeltest	Arvutusülesannete järeltesti punktid kokku	0,6
Ül 5 järeltest	Ül 5 eeltest	0,6
Ül 5 järeltest	Teisendusülesanded eeltesti punktid kokku	0,5

Ül 13 järeltest	Ül 9 järeltest	0,5
Ül 13 järeltest	Ül 14 järeltest	0,5
Ül 13 järeltest	Mõõtühikute definitsioonid järeltesti punktid kokku	0,5
Ül 13 järeltest	Ül 13 eeltest	0,6
Ül 13 järeltest	Teisendusülesanded eeltesti punktid kokku	0,5
Teisendusülesanded järeltesti punktid kokku	Ül 9 järeltest	0,5
Teisendusülesanded järeltesti punktid kokku	Ül 15 eeltest	0,5
Teisendusülesanded järeltesti punktid kokku	Arvutusülesannete eeltesti punktid kokku	0,5
Teisendusülesanded järeltesti punktid kokku	Ül 15 järeltest	0,5
Teisendusülesanded järeltesti punktid kokku	Ül 16 järeltest	0,5
Teisendusülesanded järeltesti punktid kokku	Ül 18 järeltest	0,5
Teisendusülesanded järeltesti punktid kokku	Arvutusülesannete järeltesti punktid kokku	0,6
Teisendusülesanded järeltesti punktid kokku	Ül 14 järeltest	0,5
Teisendusülesanded järeltesti punktid kokku	Mõõtühikute definitsioonid järeltesti punktid kokku	0,5
Teisendusülesanded järeltesti punktid kokku	Ül 5 eeltest	0,6
Teisendusülesanded järeltesti punktid kokku	Ül 13 eeltest	0,6
Skaala joonis eeltest	Põhjendusülesannete järeltesti punktid kokku	0,5
Skaala joonis eeltest	Ül 15 järeltest	0,5
Skaala joonis eeltest	Arvutusülesannete järeltesti punktid kokku	0,5
Skaala joonis eeltest	Teisendusülesanded eeltesti punktid kokku	0,5
Skaala joonis eeltest	Teisendusülesanded järeltesti punktid kokku	0,5
Skaala joonis järeltest	Ül 5 eeltest	0,5

Lisa 9. Kirjeldavad statistikud ülesannete punktide järgi – 6 ja 7 punkti ülesanded.

Kirjeldavad statistikud ülesannete punktide järgi	6 punkti						7 punkti	
	Ül 5 eeltest	Ül 5 järeltest	Ül 8 eeltest	Ül 8 järeltest	Ül 18 eeltest	Ül 18 järeltest	Ül 17 eeltest	Ül 17 järeltest
Keskm	2,38	3,44	3,38	3,42	1,32	2,79	1,24	2,54
Keskm koost	2,92	3,72	3,48	3,4	1,44	2,8	1,26	2,5
Keskm lahend	1,93	3,2	3,3	3,43	1,22	2,78	1,22	2,57
SD	1,71	2,09	1,41	1,03	1,67	2,1	1,57	2,32
SD koost	1,81	2,08	1,5	1	1,69	2,02	1,13	2,45
SD lahend	1,51	2,1	1,34	1,07	1,67	2,2	1,88	2,24
Mood	3	4	4	4	0	0	0	0
Mood koost	3	4	4	4	0	0	1	0
Mood lahend	0	4	3	4	0	0	0	1
Mediaan	3	4	4	4	0	3	1	2
Med koost	3	4	4	4	1,5	3	1	2
Med lahend	2	4	3	4	0	3	0,75	2
Max	6	6	6	6	6	6	7	7
Min	0	0	0	1	0	0	0	0
Varamplituud	6	6	6	5	6	6	7	7
Max koost	6	6	6	6	6	6	4	7
Min koost	0	0	1	1	0	0	0	0
Varampl koost	6	6	5	5	6	6	4	7
Max lahend	5	6	6	5	6	6	7	7
Min lahend	0	0	0	1	0	0	0	0
Varampl lahend	5	6	6	4	6	6	7	7
Varkoefits	0,72	0,61	0,42	0,3	1,27	0,75	1,27	0,91
Varkoef koost	0,62	0,56	0,43	0,29	1,17	0,72	0,9	0,98
Varkoef lahend	0,78	0,66	0,41	0,31	1,37	0,79	1,54	0,87
Skew	0,1	-0,55	-0,43	-0,51	1,2	-0,04	1,97	0,76
Skew koost	-0,33	-0,8	-0,2	-0,11	1,1	-0,26	0,75	0,84
Skew lahend	0,32	-0,4	-0,78	-0,8	1,36	0,11	2,1	0,73
Kurt	-0,77	-0,96	0,28	0,45	0,86	-1,3	4,41	-0,68
Kurt koost	-0,42	-0,58	-0,39	1,52	0,93	-1,35	-0,02	-0,71
Kurt lahend	-0,69	-1,08	1,25	0,09	1,28	-1,31	3,97	-0,56

Kirjeldavad statistikud ülesannete punktide järgi – 3, 4 ja 5 punkti ülesanded.

Kirjeldavad statistikud ülesannete punktide järgi

	3 punkti		4 punkti		5 punkti	
	Ül 19 eeltest	Ül 19 järeltest	Ül 15 eeltest	Ül 15 järeltest	Ül 16 eeltest	Ül 16 järeltest
Keskm	1,99	2,35	2,52	3,19	2,33	3,33
Keskm koost	1,72	2,44	2,76	3,34	2,68	3,48
Keskm lahend	2,22	2,27	2,32	3,07	2,03	3,2
SD	1,05	0,91	1,72	1,52	1,82	1,43
SD koost	1,17	0,92	1,74	1,45	1,77	1,16
SD lahend	0,89	0,91	1,7	1,59	1,83	1,63
Mood	3	3	4	4	4	4
Mood koost	3	3	4	4	4	4
Mood lahend	3	3	0	4	0	4
Mediaan	2	3	3,5	4	3,5	4
Med koost	2	3	4	4	4	4
Med lahend	2	2,5	3	4	2,25	4
Max	3	3	4	4	4	4
Min	0	0	0	0	0	0
Varamplituud	3	3	4	4	4	4
Max koost	3	3	4	4	4	4
Min koost	0	0	0	0	0	0
Varampl koost	3	3	4	4	4	4
Max lahend	3	3	4	4	4	4
Min lahend	0	0	0	0	0	0
Varampl lahend	3	3	4	4	4	4
Varkoefits	0,53	0,39	0,68	0,48	0,78	0,43
Varkoef koost	0,68	0,38	0,63	0,43	0,66	0,33
Varkoef lahend	0,4	0,4	0,73	0,52	0,9	0,51
Skew	-0,61	-1,22	-0,62	-1,5	-0,36	-1,87
Skew koost	-0,24	-1,4	-0,89	-1,92	-0,74	-2,48
Skew lahend	-0,87	-1,17	-0,46	-1,29	-0,09	-1,58
Kurt	-0,89	0,49	-1,43	0,41	-1,77	1,77
Kurt koost	-1,45	0,71	-1,11	1,96	-1,4	5,47
Kurt lahend	-0,13	0,73	-1,59	-0,19	-1,93	0,53

Kirjeldavad statistikud ülesannete punktide järgi - 2 punkti ülesanded.

Kirjeldavad statistikud ülesannete punktide järgi	2 punkti	Ül 1 eeltest	Ül 1 järeltest	Ül 4 eeltest	Ül 4 järeltest	Ül 6 eeltest	Ül 6 järeltest	Ül 7 eeltest	Ül 7 järeltest	Ül 9 eeltest	Ül 9 järeltest
Keskm		0,72	1,13	0,87	1,02	1,47	1,62	0,54	0,75	0,34	0,65
Keskm koost		0,78	1,1	0,8	1	1,36	1,6	0,36	0,84	0,38	0,66
Keskm lahend		0,67	1,15	0,93	1,03	1,57	1,63	0,68	0,67	0,3	0,63
SD		0,88	0,9	0,72	0,71	0,81	0,68	0,71	0,79	0,6	0,83
SD koost		0,96	0,92	0,76	0,71	0,86	0,71	0,59	0,8	0,55	0,8
SD lahend		0,81	0,9	0,69	0,72	0,77	0,67	0,77	0,78	0,65	0,86
Mood		0	2	1	1	2	2	0	0	0	0
Mood koost		0	2	0	1	2	2	0	0	0	0
Mood lahend		0	2	1	1	2	2	0	0	0	0
Mediaan		0	1,5	1	1	2	2	0	0,5	0	0
Med koost		0	1,5	1	1	2	2	0	1	0	0,5
Med lahend		0	1,25	1	1	2	2	0,5	0,5	0	0
Max		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Min		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Varamplituud		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Max koost		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Min koost		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Varampl koost		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Max lahend		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Min lahend		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Varampl lahend		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Varkoefits		1,22	0,8	0,83	0,69	0,55	0,42	1,32	1,06	1,79	1,28
Varkoef koost		1,23	0,84	0,95	0,71	0,63	0,44	1,63	0,95	1,44	1,21
Varkoef lahend		1,22	0,78	0,74	0,7	0,49	0,41	1,13	1,17	2,17	1,36
Skew		0,6	-0,28	0,2	-0,03	-1,09	-1,55	0,97	0,61	1,73	0,79
Skew koost		0,5	-0,23	0,37	0	-0,81	-1,54	1,44	0,37	1,36	0,82
Skew lahend		0,71	-0,33	0,09	-0,05	-1,43	-1,64	0,66	0,86	2,02	0,82
Kurt		-1,45	-1,77	-1,02	-0,94	-0,57	1,01	-0,41	-1,16	2,03	-1,09
Kurt koost		-1,82	-1,91	-1,14	-0,85	-1,16	1	1,13	-1,38	1,48	-0,94
Kurt lahend		-1,13	-1,74	-0,77	-0,95	0,35	1,45	-1,05	-0,82	2,79	-1,17

Kirjeldavad statistikud ülesannete punktide järgi - 1 punkti ülesanded.

Kirjeldavad statistikud ülesannete punktide Järgi	1 punkt	Ül 2 eeltest	Ül 2 järeltest	Ül 3 eeltest	Ül 3 järeltest	Ül 10 eeltest	Ül 10 järeltest	Ül 11 eeltest	Ül 11 järeltest	Ül 12 eeltest	Ül 12 järeltest	Ül 14 eeltest	Ül 14 järeltest
Keskm		0,55	0,56	0,2	0,15	0,67	0,58	0,34	0,41	0,2	0,44	0,38	0,55
Keskm koost		0,56	0,56	0,2	0,16	0,66	0,46	0,4	0,46	0,2	0,4	0,36	0,68
Keskm lahend		0,56	0,57	0,2	0,13	0,68	0,68	0,28	0,37	0,2	0,47	0,4	0,43
SD		0,57	0,5	0,4	0,36	0,41	0,44	0,41	0,43	0,4	0,5	0,53	0,5
SD koost		0,58	0,51	0,41	0,37	0,4	0,45	0,41	0,41	0,41	0,5	0,49	0,48
SD lahend		0,59	0,5	0,41	0,35	0,43	0,4	0,41	0,45	0,41	0,51	0,56	0,5
Mood		1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1
Mood koost		1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Mood lahend		1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Mediaan		1	1	0	0	1	0,5	0	0,5	0	0	0	1
Med koost		1	1	0	0	1	0,5	0,5	0,5	0	0	0	1
Med lahend		1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Max		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1
Min		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Varamplituud		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1
Max koost		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Min koost		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Varampl koost		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Max lahend		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1
Min lahend		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Varampl lahend		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1
Varkoefits		1,02	0,89	2,02	2,45	0,61	0,75	1,22	1,05	2,02	1,15	1,38	0,92
Varkoef koost		1,02	0,9	2,04	2,34	0,61	0,99	1,02	0,88	2,04	1,25	1,36	0,7
Varkoef lahend		1,06	0,89	2,03	2,59	0,62	0,59	1,44	1,24	2,03	1,09	1,41	1,16
Skew		-0,23	-0,26	1,54	2,07	-0,73	-0,33	0,68	0,37	1,54	0,26	0,89	-0,19
Skew koost		-0,17	-0,26	1,6	1,98	-0,67	0,17	0,4	0,15	1,6	0,43	0,62	-0,82
Skew lahend		-0,28	-0,28	1,58	2,27	-0,81	-0,79	0,99	0,58	1,58	0,14	1,04	0,28
Kurt		-2	-2	0,39	2,36	-1,12	-1,64	-1,16	-1,57	0,39	-2	-0,38	-2,04
Kurt koost		-2,1	-2,11	0,59	2,06	-1,08	-1,84	-1,37	-1,45	0,59	-1,98	-1,76	-1,45
Kurt lahend		-2,06	-2,06	0,53	3,39	-1,11	-0,98	-0,73	-1,58	0,53	-2,13	0,18	-2,06